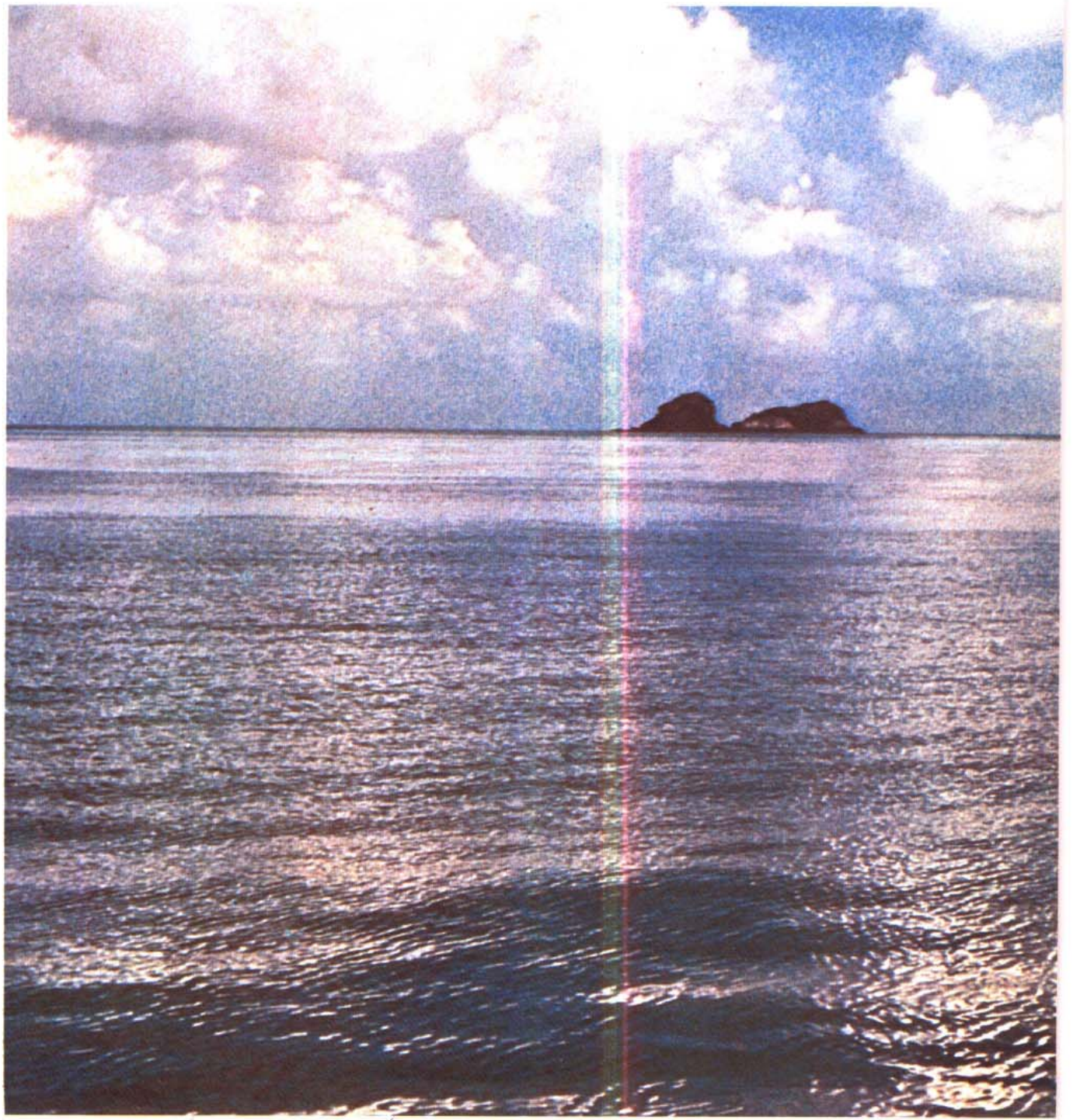
21.18
553
:2

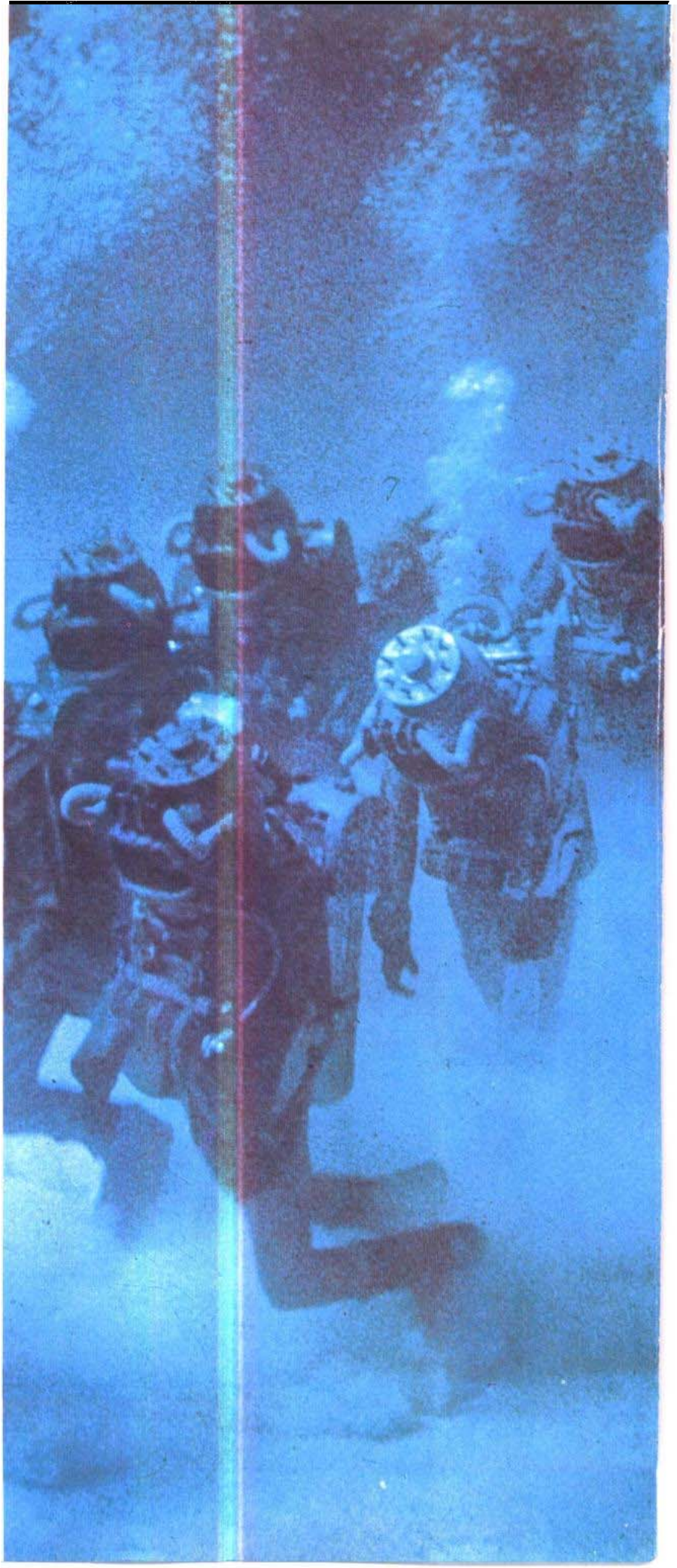
世界探險史

神秘的海洋



30396

原　　著
卡爾・布羅格
編　　譯
呂石明　曾廣植　賴郁芳　曾鈺淳
編　　輯
黃炎明　陳希芳　林貞貞　林小瓊
助理編輯
張麗華　鍾鳳娥
美術編輯
陳其煇　徐步進
繪　　圖
游淑燕　陳惠嬌
印　　務
王世偉
出 版 者
自然科學文化事業股份有限公司
地　　址
台北市信義路三段25號
電　　話
7075275（三線）
郵　　撥
109757號
發 行 人
石資民
照相打字
五湖照相打字行
世界照相打字行
製　　版
天然彩色製版公司
印　　刷
太原彩色印刷公司
裝　　訂
大峰裝訂廠
新聞局登記證版台業字第1557號
版權所有・翻印必究
中華民國六十九年十月初版
＊本書如有缺頁、破損或裝訂錯誤保證退換＊



原序

海面下廣大無人的領域，向我們招著手！海洋底、大陸棚以及與空氣連接的海面，構成了十二億九千四百萬立方公里的海洋。在這未開拓地區的內部，不論是景觀，或多種多樣的生物，與陸地相較，都毫不遜色。

海中有喉裏具發光器的生物、肉眼看不見的微小生物，也有有史以來所出現過的最大生物；有比安地斯山山脈更長更高的山脈，有比聖母峯更高的海嶺；也有地球過去大變動的海底活動；有人類料想不到的財富；有希望——有食糧和礦物來源的希望；也有供給爆炸性世界人口生存空間的希望。

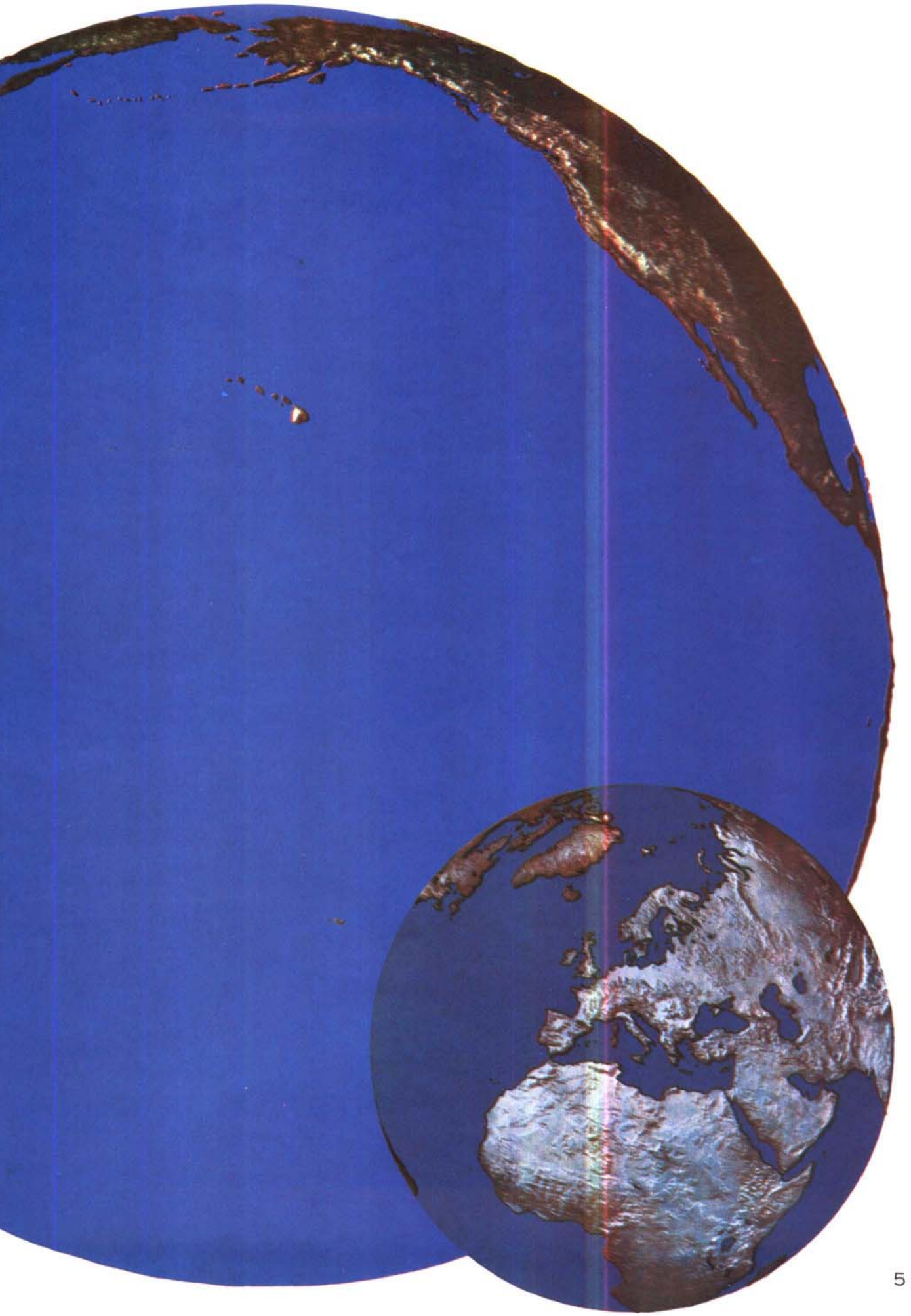
隨著人類永不滿足的好奇心，海洋把一批一批的探險家誘入海裏，本書即是介紹這些人的探險故事。

目　錄 ／ 地圖索引

原　序 —— 3
1 偉大的海底拓荒者 —— 6
2 海底探險之始 —— 18
3 挑戰者號的探險 —— 30
4 海底世界 —— 44
5 深海的無人帶 —— 56
6 洋流的探測 —— 72
7 海裏的居民 —— 82
8 海洋的歷史 —— 102
9 海洋中的生命 —— 118
10 征服「內太空」 —— 142
附　錄 —— 161
探險家略傳 —— 182
用語解說 —— 188

世界的海洋分布圖 —— 11
世界的海流圖 —— 27
挑戰者號的航海地圖 —— 39
北大西洋的海流動向 —— 77
美洲東部富蘭克林號航線 —— 81
在地中海裏的海中探險 —— 93
太平洋的海底斷面 —— 105
格洛瑪・挑戰者號的航路 —— 115
北大西洋鰻魚的移動圖 —— 121
發現者號探險隊在大西洋上的航路 —— 128
加拉廸亞號的航路 —— 136

▶地球的表面有百分之七十的面積被海洋包圍。圖中的大圖是太平洋，約占地球表面三分之一，有一億六千四百平方公里；小圖是大西洋和印度洋，約一億五千平方公里。



1 偉大的海底拓荒者

西元一九六〇年一月二十三日，賈奎斯・比迦爾和多那德・渥爾胥進入安裝於美國海軍深海潛水艇特利艾斯號腹部的鋼製球內，他們將潛入人類公認最深的海底——水面下三五八〇〇呎（約一〇九一二公尺）。在那裏沒有人能預知他們是否能從未知的神秘的世界平安歸來！

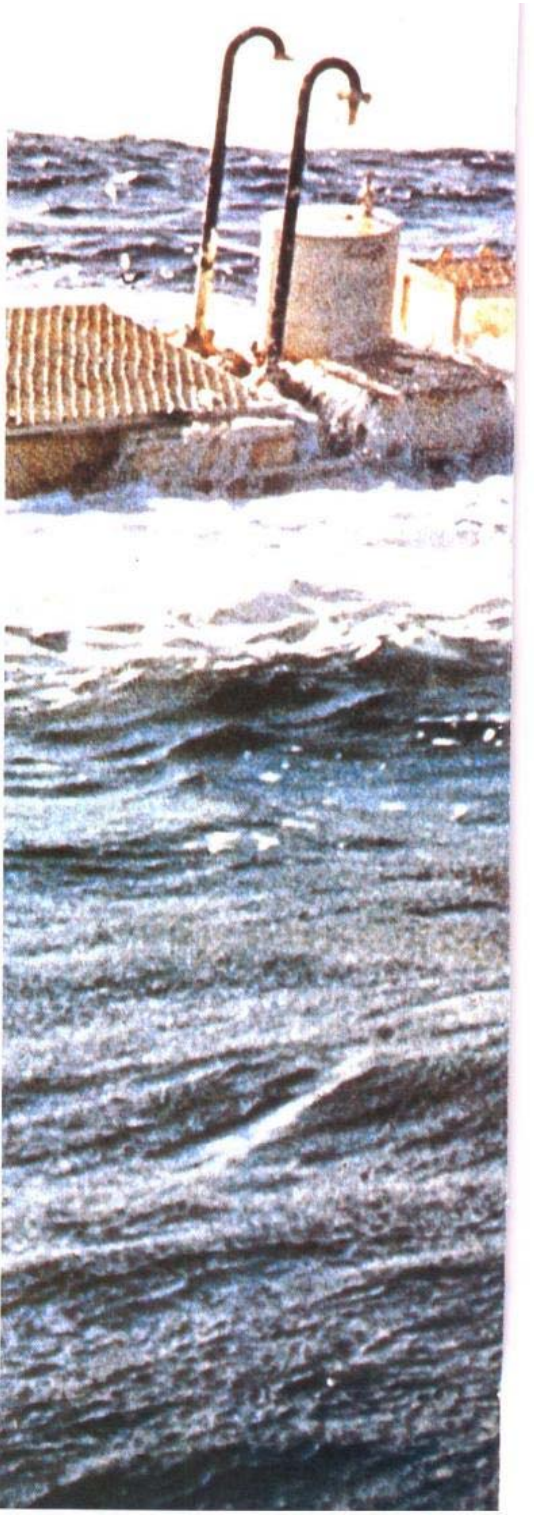
特利艾斯號在狂風肆虐的海面上，左右不停地搖盪著，兩艘美國護衛艦上的人員們擔心地凝視著水面，船底下就是西太平洋底深邃的弧形峽谷——馬里亞納海溝〔註〕的「挑戰者海淵」〔註〕。而比迦爾和渥爾胥此時正在寬〇・九一公尺，高一・八三公尺的球體內，等待被送入遠離人類的世界。

早上八點二十三分在訊號指示下，特利艾斯號便開始向深淵下降，大約費了四十分鐘的時間，到達水深八〇〇呎的地方，九點後，比迦爾增加下降速度，通過了薄明帶，然後進入黑暗帶。此時，比迦爾打開外側探照燈，看到無數浮游生物，如雪花般地飄向上方。

進入海洋深處後，與海面的聯繫，就僅賴一架電話。

雖僅是一具電話，卻使他們放心不少。其實，遇到困難時，遙遠上方的人們也無法解救他們。

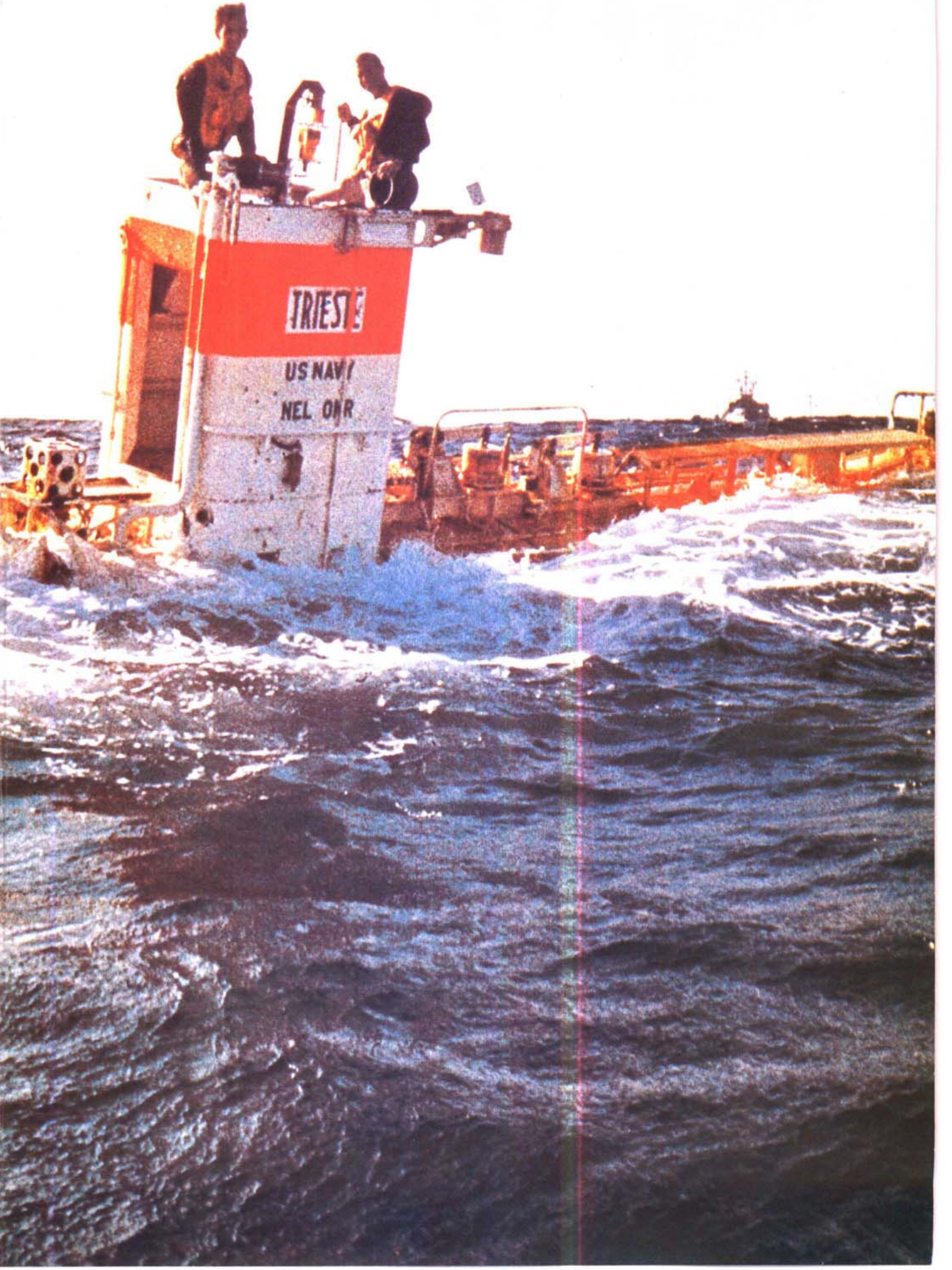
「九點二十分，深度二四〇〇呎」，比迦爾形容那是

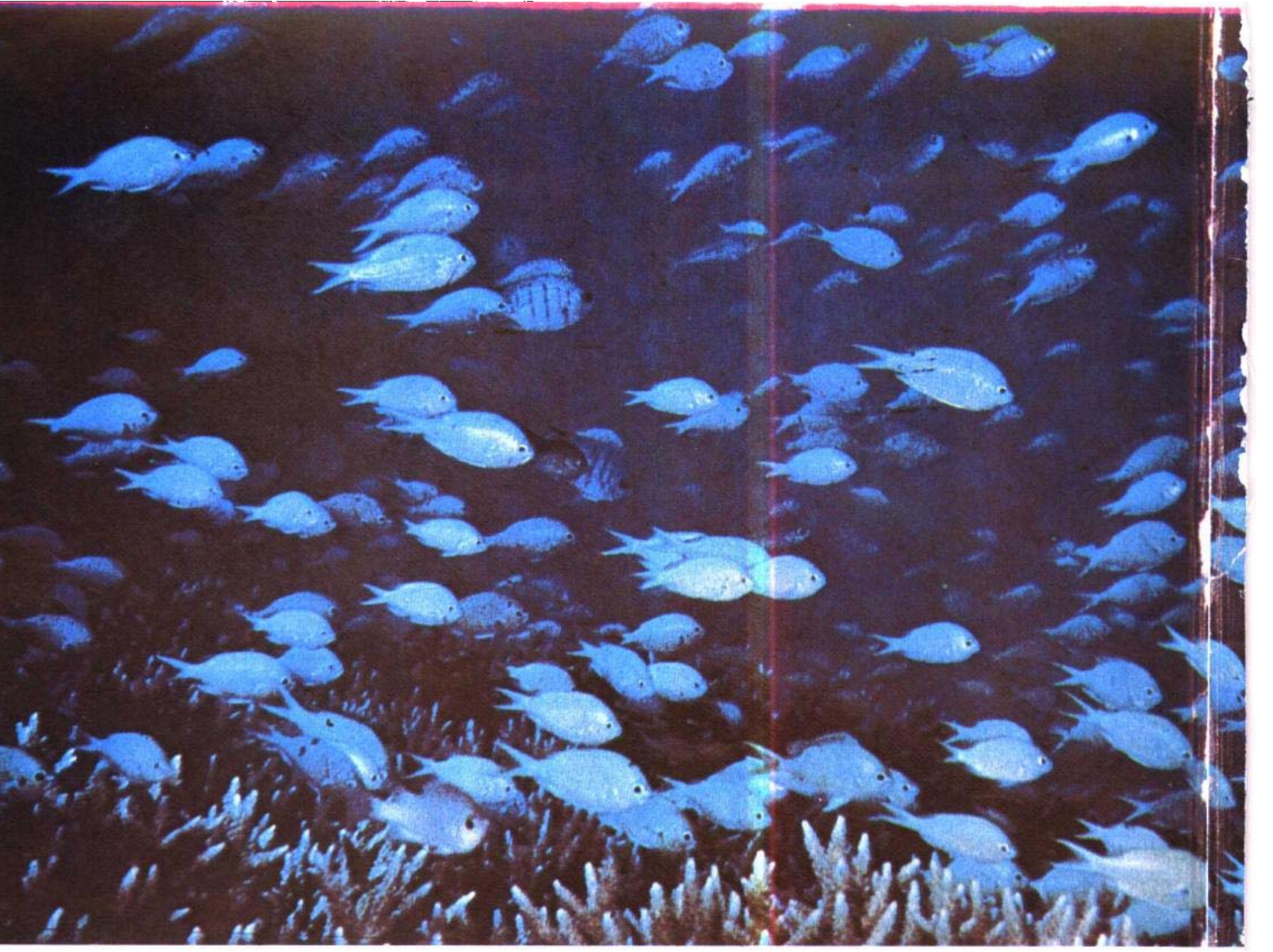


▶潛入海裏最深部分的渥爾胥（右）和比迦爾，正坐在深海潛水艇上。他們潛入太平洋的馬里亞納海溝離水面三五八〇〇呎（大約十一・二公里）處。

〔註〕 海溝：大洋底部的細長峽谷，深六〇〇〇至一一〇〇〇公尺的地區，通常與大陸或接近大陸的列島平行。

〔註〕 海淵：海溝當中最深的部位。


TRIESTE
US NAVY
NEL ONR



▲在珊瑚礁上游動的魚羣。人類對海中的生物一向都很好奇，但能一窺海底生物眞面目也只是最近的事。

一片黑暗的世界，而且是一個沒有時間觀念的世界。隨著深度，水溫急驟地下降，寒意透入球體〔註〕內部，而外部正有幾千噸的壓力，緊緊地壓擠著他們所乘的球體。在降至水深四二〇〇呎處時，他們吃驚地發現，細細的水流正滲進球體內部。

特利艾斯號繼續以每分鐘一八〇呎的速度降落，漆黑的海水則隨著球體急速地往上湧，滲透的情形也停止了，此時他們才稍稍地鬆了一口氣。然後特利艾斯號突破了兩萬呎的深度。

在降到二九一五〇呎處，比迦爾報告：「現在開始進入一個超越我們所能理解遼濶、空虛的地區。」他們又繼續降下五二八〇呎，這時他們感到忐忑不安，因爲深淵的

〔註〕 球體：特利艾斯號的外形，雪茄狀的浮標下，吊著鋼鐵製的圓球，人可坐在球體中。

底部，只不過是寬約一六〇〇公尺的裂縫而已，所以特利艾斯號必須避免撞到海淵中的岩壁，而且爲了海底登陸的安全，必須定出正確的地點，否則將粉身碎骨。

在三二四〇〇呎處，特利艾斯號突然像遭到地震般似地搖動不已，他們二人非常擔心地互望著，懷疑是否球體降得太快，以致猛烈地撞到海底。他倆在此等了一會兒，並豎著耳朵聆聽外面的動靜，然後又檢驗了所有機械儀器。最後，比迦爾和渥爾胥決定繼續下潛；爲了防備到達海底時引起不必要的碰撞，因此，減慢了速度，緩緩地往海底潛下去。

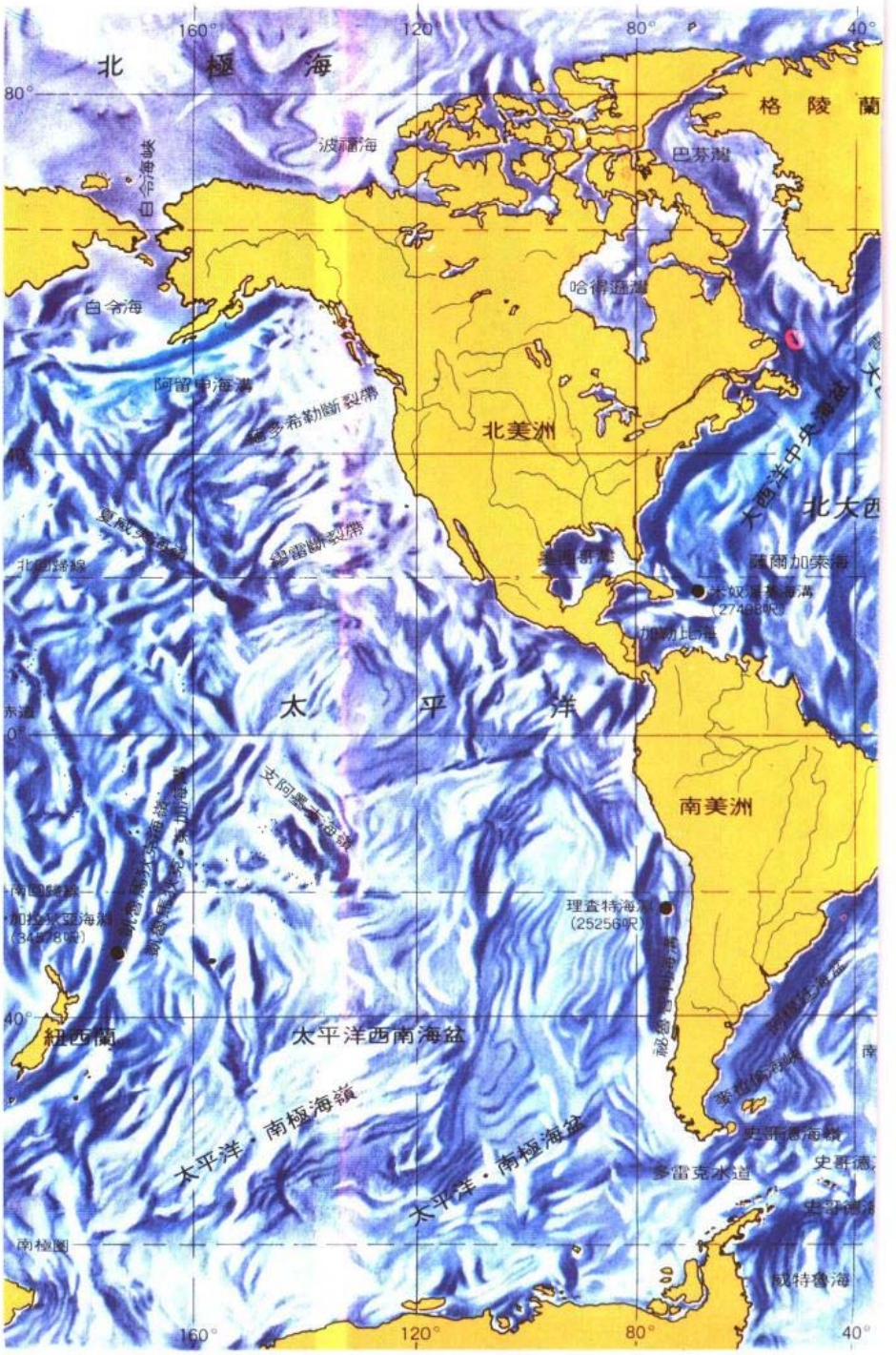
下午一點零六分，特利艾斯號在海底的軟泥上著陸。比迦爾和渥爾胥以堅決的口吻向海上的船隻報告：「我們到達了全世界大洋最底部了。」事實上，特利艾斯號是停留在海面下三五七九〇呎左右的大洋底，與海洋最深處的三六一九八呎還差四〇〇呎左右。

▶接近海底的特利艾斯號想像圖。探險家在鋼鐵製圓球的保護下，觀看海洋最深處的景色。

比迦爾和渥爾胥二人平安地從海底回到海面上，在此刻以前，曾有爲了探尋海底的秘密而犧牲生命的探險家。究竟海中有什麼東西如此地誘惑人呢？爲什麼人類不懼重重的危險及困難，去探求海中的秘密呢？

在人類征服過高峯及跨越過冰荒的極地後，地球上只剩下深海等著人們去拓荒。再大的困難和危險，無法阻止

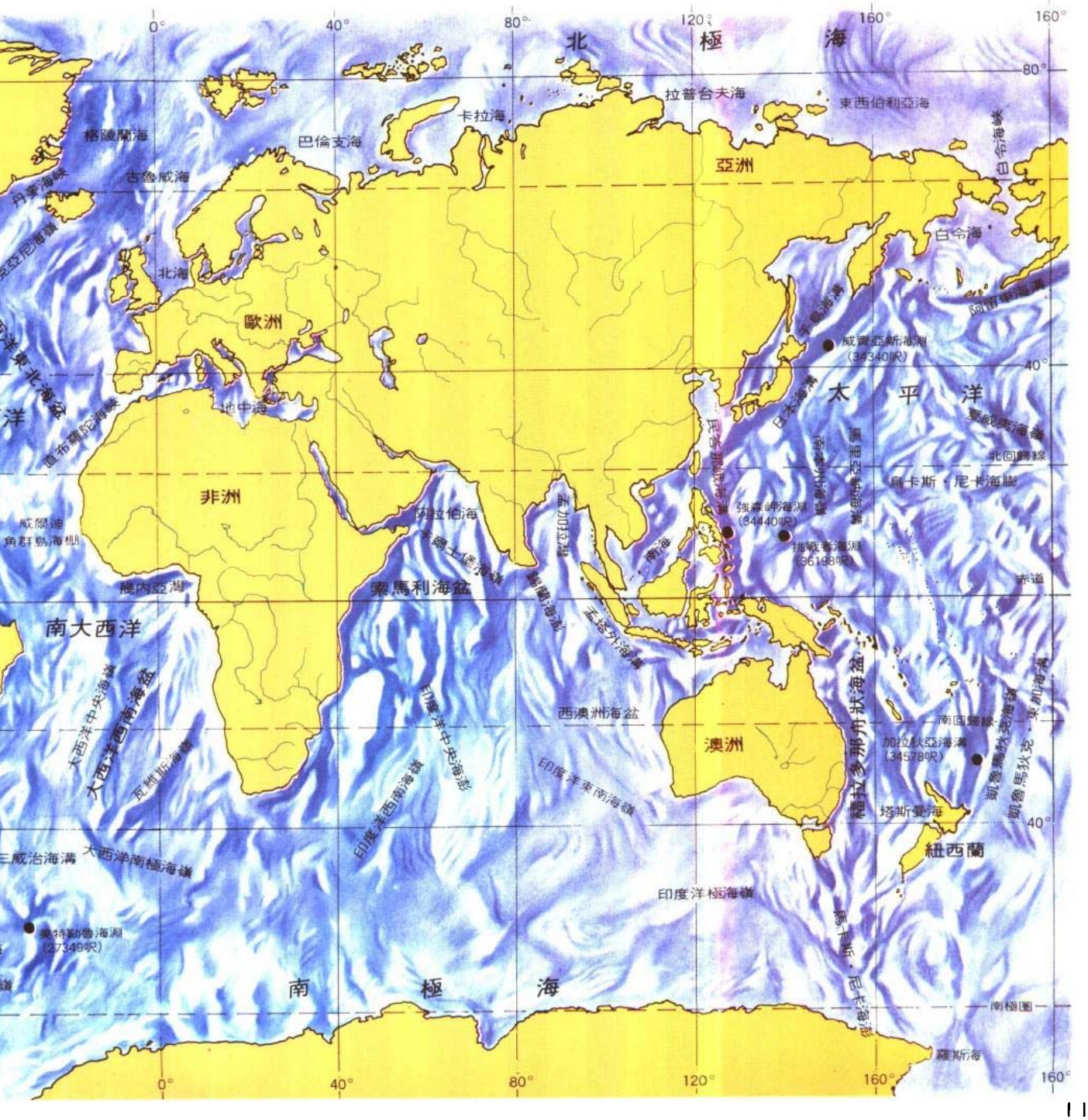
▲在阿卡里昂的印章裏（約紀元前二千三百年），描繪著一個鳥人被帶到巴比倫水神——艾亞的面前。巴比倫人和古代其他文明國家的人一樣，認爲整個海洋是爲神所控制

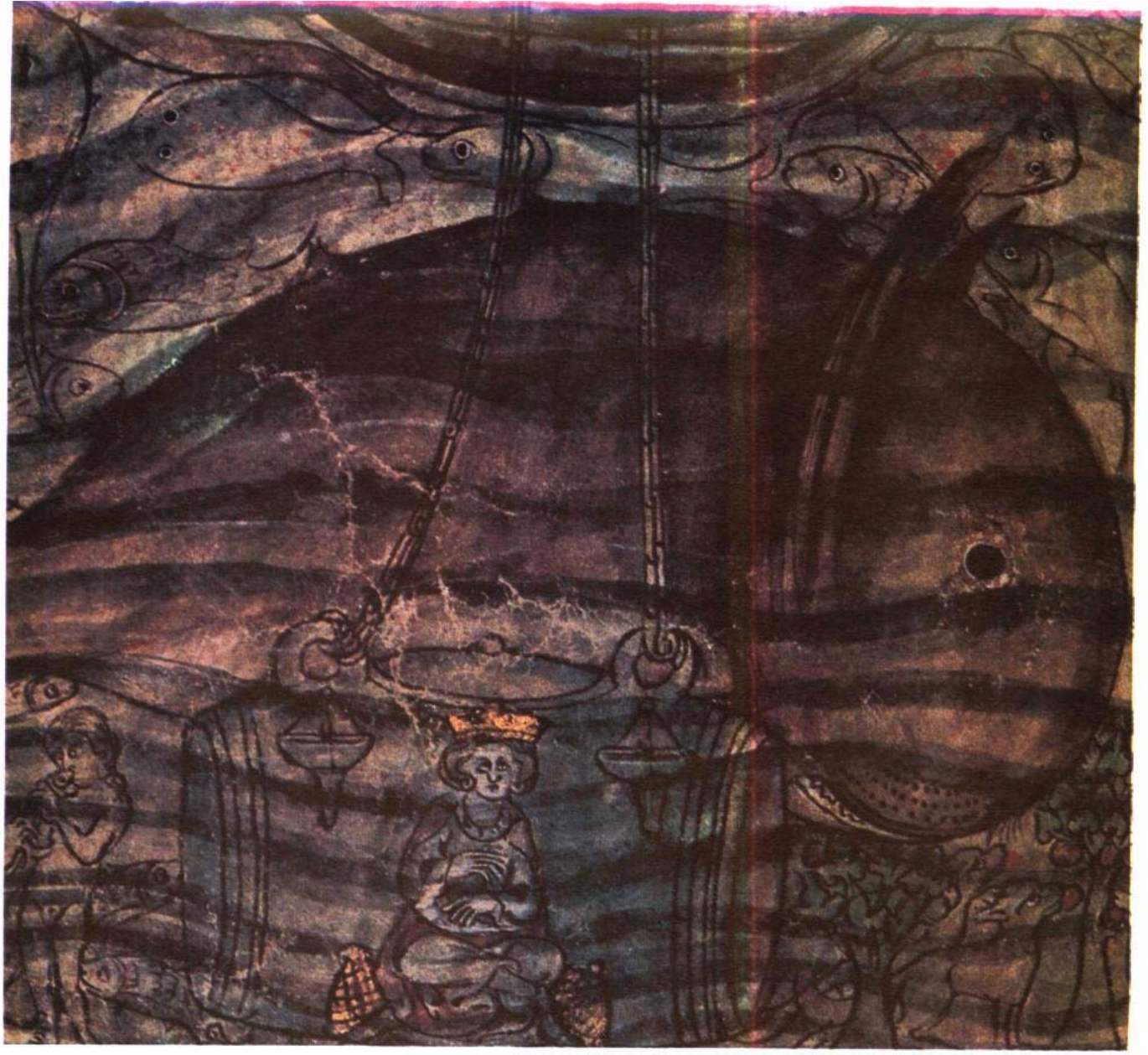


▶海底的表面和陸地一樣，呈不規則的起伏，海中隆起的山峯，露在海面上時，就成爲現在所謂的島嶼。海底中也有巨大的山脈，我們稱之爲海嶺；深邃的山谷，我們則稱之爲海溝。此幅地圖上，主要顯示的，是海嶺、海溝、及海底其他的種種特徵。

人類對海洋的嚮往，更不能抑制潛水者下海探險的決心。

目前，好奇心與征服的快感，並不是探險家調查深海的唯一理由，更重要的是爲了使人類在地球上的生命得以延續。假使，世界上的人口仍照目前的趨勢繼續地急驟增加，陸上的天然資源總有用盡的一天。因此，開發海底蘊藏的大量資源，成爲人類的當務之急。也因此，利用海底





▲西元一千二百年的法國繪畫描繪出亞歷山大大帝在海中玻璃桶內觀察海裏生物的情形據說他看過一隻巨大的怪物，從他的玻璃桶前游過，這個故事，可能只是個傳說罷了

資源，才是人類探險海底最主要的理由。

地球是個多水的行星，大約三分之二以上的地表都被海水覆蓋著。在這浩瀚的海洋中，所謂的大陸，只不過是露出水面的大島嶼。海的容量大約爲十二億九千四百立方公尺。大洋的平均深度爲一二四五〇呎（三七九五公尺），是陸地平均高度（包括山）的四．五倍，海洋的最深處，也比世界最高峯要高出七九二〇呎。

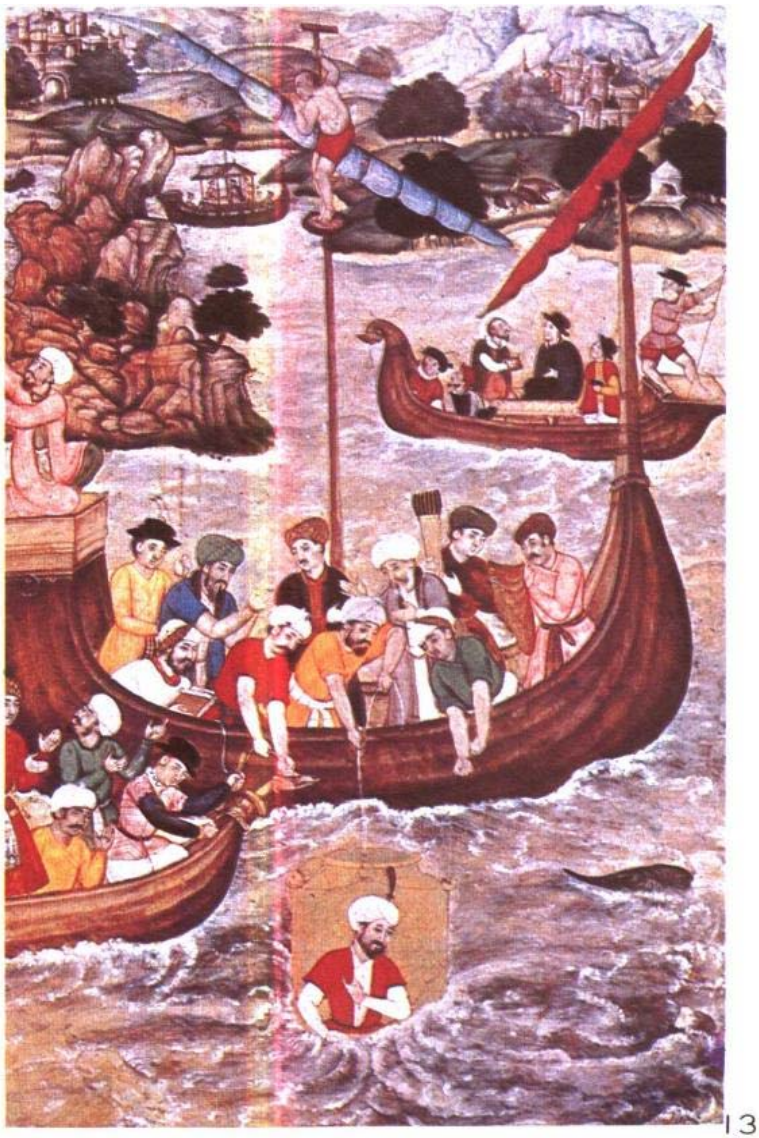
海，不只是廣大而單純的表面，在它的世界裏，充滿了奇幻景象。淺海中的景物，多彩多姿而具戲劇性；深海中的世界，則是整年被黑暗與死寂所籠罩。海底中的生物數量驚人，形態的大小也千變萬化。

人類或許是爲找尋海中生物，進而發現海洋的奇幻，而與之結下不解之緣。海岸附近的淺水域雖早爲人類窺視無遺，然而對深的海域，則仍深感其威脅。在古老的世紀中，人們相信在黑暗的深海區域，棲息著許多可怕的怪物，並認爲波濤之所以不斷洶湧的向沙灘上推動，是因爲海中深藏有許多超乎自然的力量。

有關於海神的傳說，在五千年前的巴比倫文明中最爲普遍，其實在更古老的文明中卽有關於海神的傳說，只是沒有記錄下來罷了，曾經居住在現今伊拉克東南方的巴比倫人，信仰「艾亞」。艾亞是深水之神，也是海神。傳說中的海神是形態類似美人魚的女神，有關於這類的考據，在克里特文明時候的壁畫及飲器上可窺見一斑。克里特文明發源於紀元前三千年，位於寧靜、溫暖而清澈地中海的克里特島上。克里特人在地中海從事航海及貿易，善泳的水手及潛水人才輩出。在克里特著名的英雄故事當中，有一位叫魯勞克斯的潛水夫，爲了尋求海中的秘密，而吃了在海中可以自由呼吸的海藻。海神被他尋求海中秘密的熱情感動，因此將他化爲不死之身，魯勞克斯因此而成爲神。

對希臘人來說，魯勞克斯也是神，希臘人所敬仰的神當中，包括了古代所有著名的水神。希臘的海神之長是波塞頓（後來羅

▼這是西元一千五百年的印度圖畫。所畫的是類似於亞歷山大大帝觀賞海底生物的傳說。不同的是穿著貴族服飾，戴著王冠的歐洲君主，變成了留著鬍鬚的東方君主。



▲在地中海周圍發源了克里特文明和希臘文明，當代的船夫和潛水夫都非常了解這些海星及淺海生物的構造，可是對於棲息在深海區域的生物，却是一無所知。

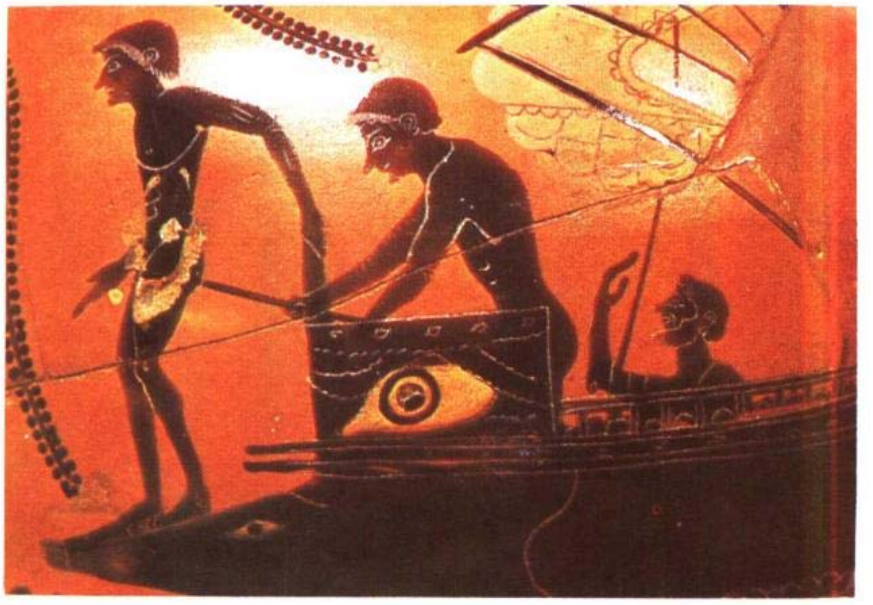
馬人稱爲尼普邱），如果惹波塞頓生氣的話，他會用三叉戟敲打海面，而引起颱風，爲了討海神的歡心，希臘人沿著危險的峭壁，建立了宏偉壯觀的海神廟。

古代希臘記述了許多有關海的英雄事蹟。希臘的史學家希羅多德記載了紀元前五百年著名的潛水夫——斯其力

亞士的傳說。據說斯其力亞士和他的女兒琪安娜，割斷了敵艦的錨繩，使敵人的船在大風中下沈；又在被希臘人弄沈的船中，撈回了許多財寶。

希羅多德且記載了紀元前五百年時所使用的潛水器材，那是玻璃製成的桶子，能坐在桶中偵查敵人船隻的行動。據說二個世紀後，亞歷山大也曾坐在玻璃桶中，上端繫以鍊子伸入海中觀察海中的生物，更有傳說桶子的吊鍊是黃金鑄成的。這段故事可能純屬杜撰，但是亞歷山大確實於紀元前三三二年，在腓尼基的鳩若斯（太亞）被敵軍包圍，當時爲了探查敵人的防備及行踪，曾使用了此種潛水器材。

▼在紀元前五百年的飲具上，描繪著希臘潛水夫正在潛水的圖案。當時的人常潛入七五至一〇〇呎的深度去尋找海綿，而他所用以補給空氣的器具，是一種原始的潛水鐘罩。由於在尋找海綿的過程當中，連帶觀察了海中生物的形態，所以相對地增加了他們對海中生物的知識



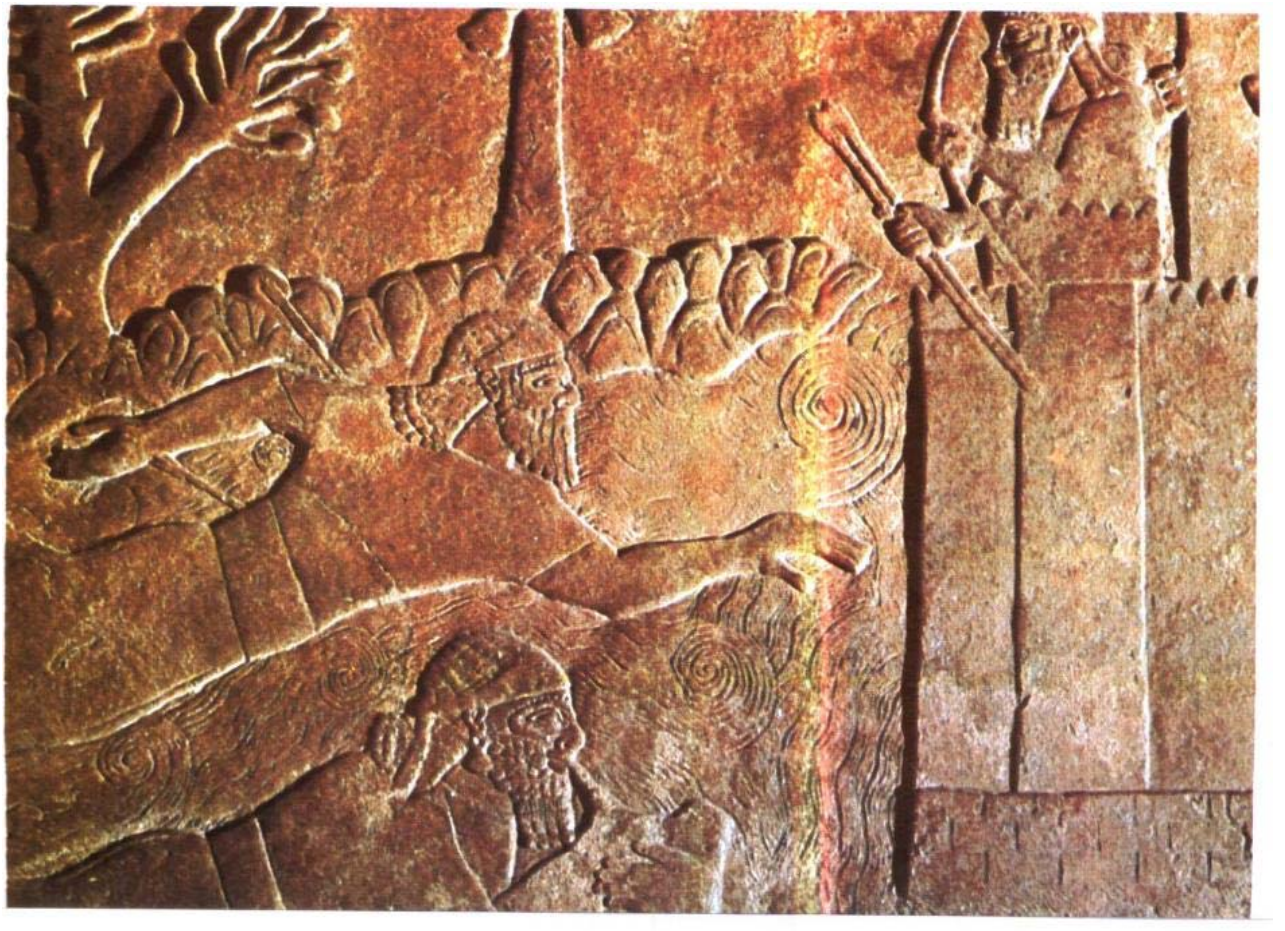
與海有關的戰爭的種種傳說中，最著名的該是亞特蘭廸斯島——大西洋中的一個虛構的島嶼——的故事（又叫做「失去的大陸」），據說亞特蘭廸斯島上的軍隊，企圖征服地中海，他們在被希臘人打敗以前，曾經征服過歐洲與非洲等一部分的地方，後來，亞特蘭廸斯島受到可怕的地震及洪水的侵襲後，就漸漸地從這個世界上消失了。

希臘人除了在軍事上有特殊的技能外，他們還善於潛入海中尋求珊瑚、珍珠等貝類及海綿。收集海綿的希臘潛水夫，潛入海深約七十五至一〇〇呎的地方尋找海綿，他們並不因爲肺活量的限制，而停止在海中的冒險。紀元前

三百年出生的希臘科學家，也是著名的哲學家——亞里斯多德對潛水夫所使用的原始鐘罩曾作一記錄：鐘罩四週掛著錘形的物體，以使鐘罩在水中趨於平衡，而不至於使鐘罩內的空氣跑出來，等呼吸發生困難時，再將頭伸入鐘罩補取空氣。發展至後來，他們將動物皮做成皮囊，裝滿空氣，外面再吊一個鐵錘沈入海中，當鐘罩中的空氣稀薄時，隨時將皮囊中的空氣補充進去。

這些潛水夫不但採集海綿，也將有關海中的知識帶回陸地。亞里斯多德不僅詳盡地記錄潛水夫觀察海中生物的情形，爲了更瞭解海中的生物，他更親自航行到愛琴海水域，航海期間，發現了一一六種的魚類，二十四種的甲殼類，海棲的車輪蟲，以及四十種的貝類和拉里歐拉利昂——一種外部骨頭脆弱的小動物，他還爲這些魚類、貝類等命名，並繪出圖形。

克里特島的居民和其他島國居民一樣，都是船夫；他



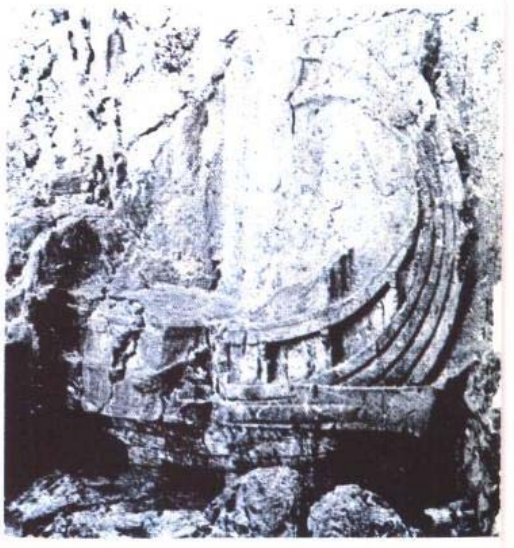
▼紀元前七五〇左右的亞述浮雕。圖中游泳攻擊城堡的人們當中，有一人口中含有充滿空氣的豬的膀胱。部分史學家認爲，這是爲了供給海中游泳者空氣的最早嘗試，但也有一些史學家却認爲，豬的膀胱太輕，所以潛水夫無法在水中使用，可能是當時做爲救生袋用的工具而已。

們所航行的地方，都是自己比較熟悉的地中海附近，對於遙遠的地區，則抱著懷疑、迷信的態度。不過，在紀元前六〇〇年前，腓尼基人就曾航至大西洋，到達英倫諸島，甚至航至非洲周圍附近。

以個人的成就來說，世界上最偉大的探險家，應算是馬賽利亞地區的畢廸亞斯，畢廸亞斯不但是希臘的數學家，同時也是大文豪、探險家。在紀元前三二五年左右，他從馬賽利亞（即今法國馬賽港）出航，畢廸亞斯的船經過直布羅陀海峽，來到廣濶的大西洋，其航行路線，是沿著葡萄牙西海岸往北行，通過英法之間的英吉利海峽，進入北極圈。畢廸亞斯在航海期間，用科學的方法來觀察海，是第一位發現潮汐退漲與月亮盈虧有關的希臘人。

紀元前一世紀，出生在敘利亞的希臘哲學家波西第納斯，也曾前往西班牙地區證實當時人們的說法——當夕陽西落時，最後會西沈至大西洋中，並在海面上會發出「咻」的一聲。結果他發現太陽西落入海時，並沒有發出「咻」的一聲。在航海期間，他記錄了薩丁尼亞地區海深有一千噚（一八三〇公尺），沒有人知道他是如何地測定，但是根據現在的海洋調查船的記載，薩丁尼亞附近海的的深度爲八五〇〇呎，只比波西第納斯當時所測的深度稍微多出一點而已。

羅馬人也和希臘人一樣曾在戰爭中的場合使用潛水夫，但是他們對於海中的事物，卻絲毫沒有興趣。幾個世紀後，阿拉伯人及東方採珠者模仿此種潛水術，而其他地區的人們，則已放棄了對海洋的挑戰，而把興趣轉移到陸上其他事物上。所以從克里特人及希臘人所培養出人類對海洋的興趣，此時已觸礁，研究海洋生物的工作，也因此停頓下來。



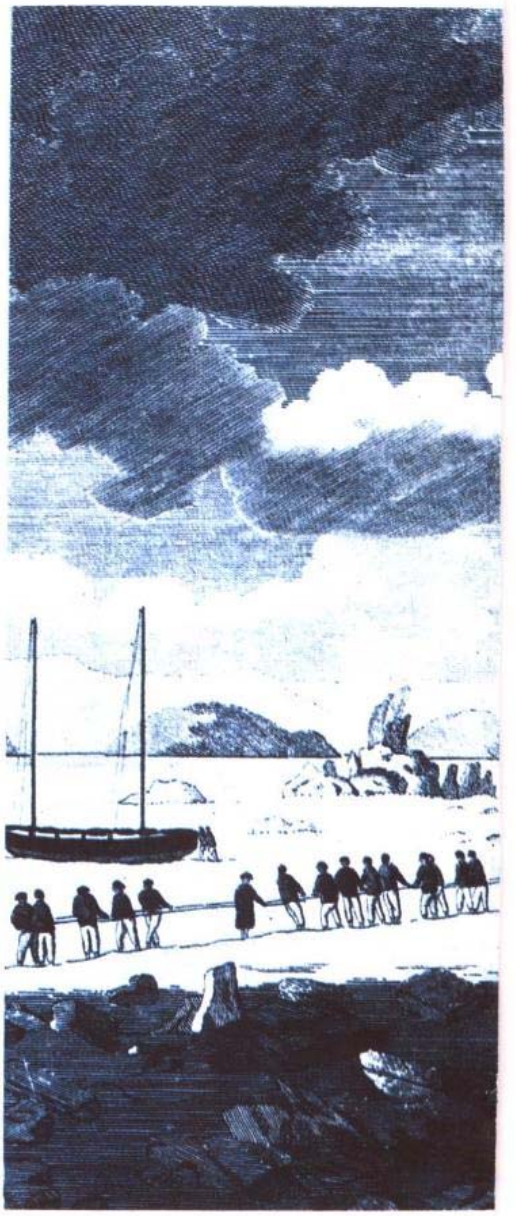
▲刻在希臘羅利斯島上林多斯岩石上的船型。依船型看來好像是希臘的樣式，它被雕刻的年代，要溯回到開始於紀元前三二三年，持續了二〇〇年的希臘文化時代。在這個時代，希臘文化已傳到埃及及近東地區，當時希臘人乘坐這種船到地中海、大西洋中探險。

2 海底探險之始

海洋到底有多深？海中各類生物要在多深處才能生存？這是古代科學家最感疑惑的兩個問題。亞里斯多德的海洋研究，在西元四〇〇年到九〇〇年的黑暗時代就不再被研討，直到西元一三〇〇年後，研究大洋深度的興趣才再度興起。但是人類二千多年來的研究，有決定性的答案，還是十八世紀的事哩！

過去的科學家爲了測出海的深度，而準備了幾千呎長的繩子放入海中，可是繩子從未碰到底，以致無法測出外洋深度，因此很多人相信：大洋是無底的。

首次試驗深海探測的是英國科學家康士坦丁・約翰菲浦斯，西元一七七三年他乘坐英國軍艦賽馬號，將繩子綁上錘子，在冰島和挪威之間，測出水深六八三噚（約一二三〇公尺），這個深度記錄維持了三十年之久。



在菲浦斯致力於海洋深度及深層水溫的測定時，其他科學家則忙著調查水中生物，他們緩慢開動船隻，收集各種標本，不但征服了淺水域，更進一步的潛入深水中，收集多種活的有機體。自此以後，有關海中生物問題，成爲爭論的對象。

法國生物學家法蘭斯・菲蘭，在西元一八〇四年完成了世界一周之旅後，加入了有關海洋生物生存的爭論。這次旅行中，他做了各種大洋深海水溫的測驗，得知水域愈深，水溫就愈低。因此菲蘭深信大洋底可能被「萬年冰」覆蓋著，生物不可能在此生存，但他無法對這個推測提出

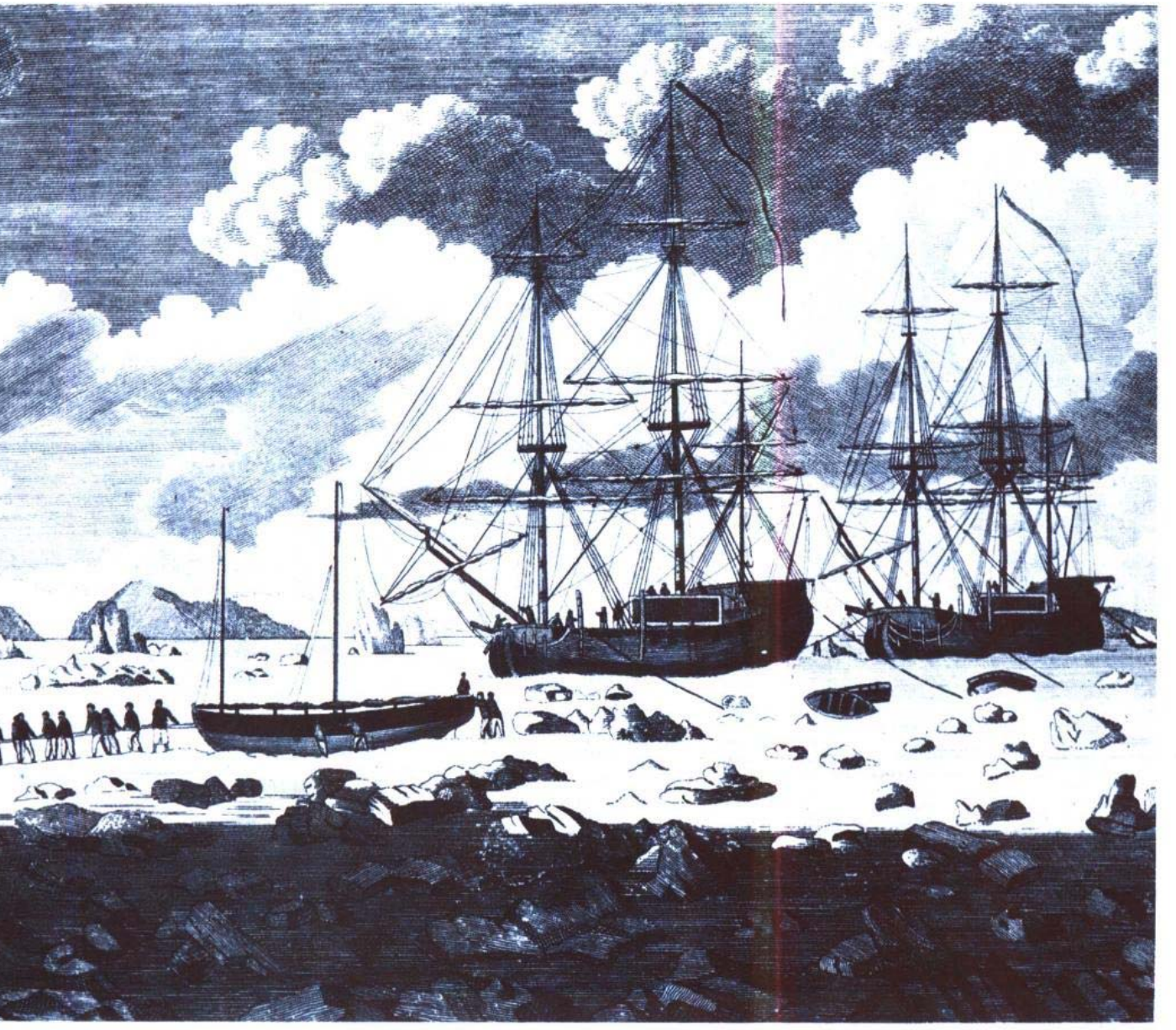
◀菲浦斯的肖像，西元一七七三年首次測定海深成功而著名；以往各種探測的失敗，使人們相信海是無底的。

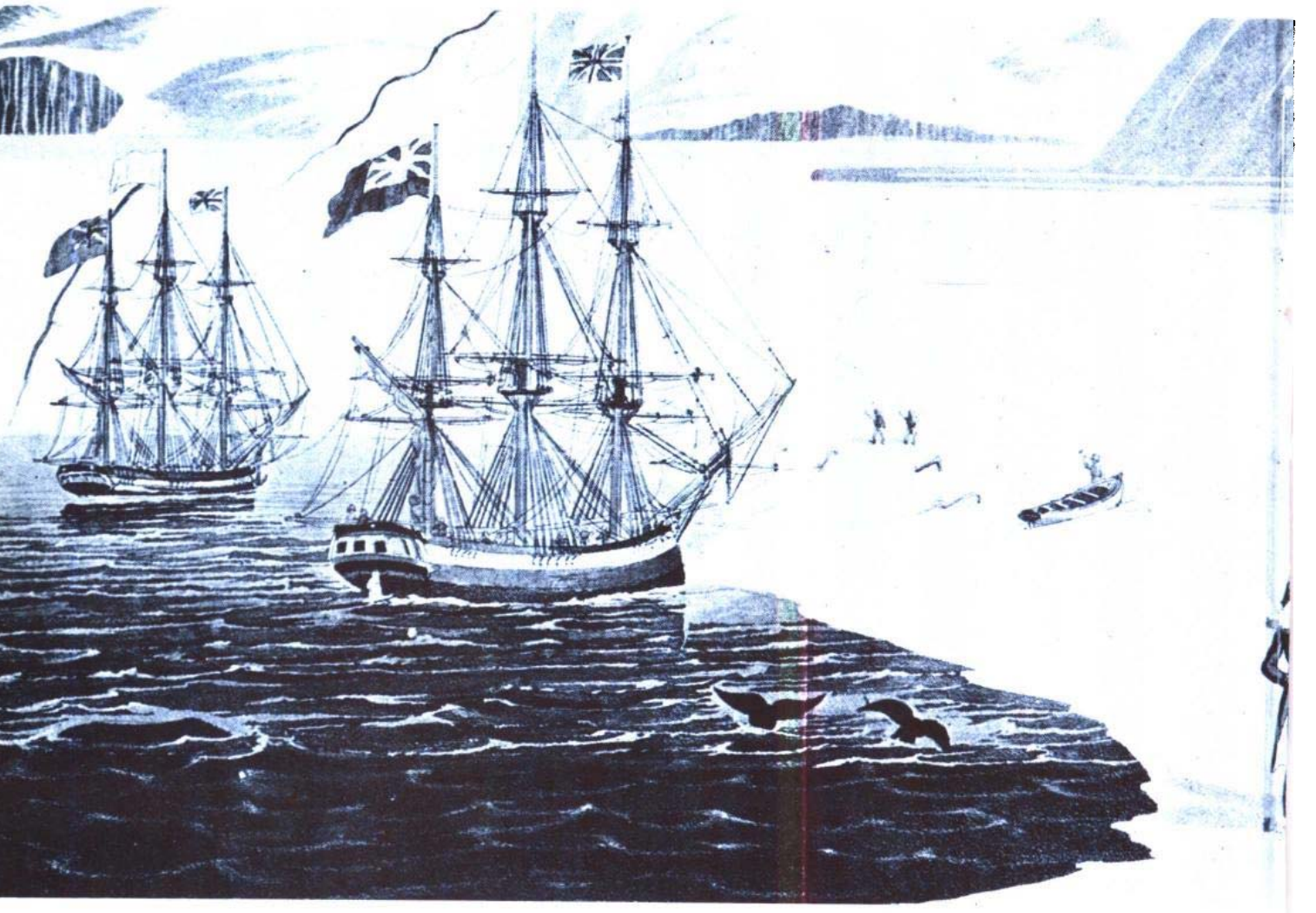
任何有力的證據。

西元一八一八年，英國船員約翰·羅斯（後稱約翰爵士），帶著一種測深與採取標本雙功能的裝置前往北極海，約翰將這個機器命名爲「深海夾」，因爲它能夾住海底的東西，並將之撈出海面。

西元一八一九年九月一日，這個深海夾在大西洋水域，由舷側投入海底，繫在深海夾的繩索不斷地旋轉，下降六〇〇〇呎之後，深海夾終於碰到海底，並抓起二·七公

▼圖爲西元一七七三年，英國軍艦賽馬號和卡卡斯號航行至北極，被困於冰雪中的水彩畫





斤的泥沼，約翰下令搖起繩索，船員們好奇地期待著深海夾的出現。

深海夾終於出水，泥沼由夾縫間滴落。在軟軟的泥沼上，發現了一堆堆正在蠕動的車輪蟲，這證明了菲蘭的推測是錯誤的，此處大洋不但沒有被冰層覆蓋，甚且有生物生存。於是科學家又懷疑：這是大洋最深處嗎？是否有尚未發現的深處是生物無法生存的？

在這群科學家當中，以英國生物學家愛德華．霍布斯最傑出，他出生於英格蘭與愛爾蘭之間的小島嶼——曼島。少年時就熱衷於故鄉懸崖海岸的探險，大學後才離開家鄉，然而他仍經常冒著危險以漁船渡過愛爾蘭海。

◀西元一八一八年，巴拉芬島西北端攝政王海灣的愛斯基摩人，歡迎約翰爵士的版畫圖。海灣上的船是依沙貝拉號和亞歷山大號，依沙貝拉號的指揮官約翰·羅斯，利用海深夾，從六千呎海底採出許多生物標本，這證明了海底有生物生存的事實。

▼英國生物學家愛德華·霍布斯的石版肖像　霍布斯隨著英國觀測船米貢號，完成了地中海與愛琴海的水域圖，他利用浚渫機從一二〇〇呎深處夾出海中生物，並以這些做爲研究基礎，將海洋分爲四層，作爲海洋生物分類程序！

霍布斯和亞里斯多德一樣，利用浚渫機和拖網收集海中生物，加以觀察、解剖、調查，不久便成爲英國最具權威的生物學家之一，當他成爲愛爾蘭海域棲息動物學家後，對深水域生物更感興趣。在一個偶然的機會，霍布斯加入了英國觀測船米貢號探測行列，參予製作地中海與愛琴海水域圖的任務。

西元一八四一年起霍布斯正式從事船上生物研究，一年半的期間，霍布斯利用浚渫機完成一三八〇呎的測深工作，浚渫機挖出了許多海盤車、介類。

霍布斯將旅行中及以往的試驗所得的經驗，將海洋生物予以系統的分類，並以各種生物狀態（即海洋生物的分

佈、棲息與生活環境）把海洋水域分成四個階層。

一是沿岸層，指高潮水面及低潮水面間之水層。此層因日光、空氣周期性的曝晒，海藻繁盛，是軟體動物群居的地方。

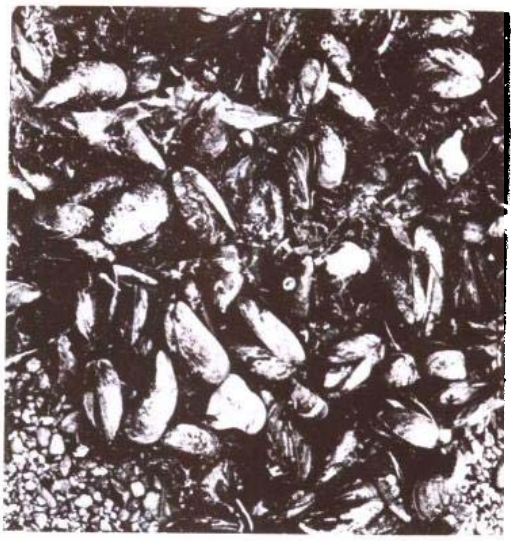
一是薄明層，指退潮時的海面到深度六、七十呎的傾斜部分，褐藻類茂密，無脊椎動物群居並以此爲食。

在七十五呎以下的水深部分，霍布斯發現了很多的甲殼類和成群的鱈魚、大比目魚等食用魚，霍氏將此層命名爲珊瑚層，其深度界限在水深三百呎左右。

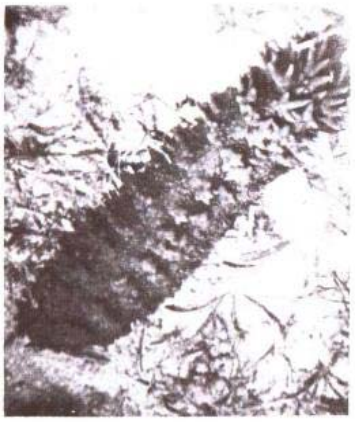
他並認爲一八〇〇呎以下水層看似無底的海洋，水壓、光線、溫度可能不適合生物的生存，植物因無日晒而死亡，賴植物爲生的動物也就無法生存，而那些以動物爲生的動物更不用說，因此，霍氏稱此層爲「無生物層」。這一點有點令人不解，因爲約翰·羅斯曾在六〇〇〇呎發現了車輪蟲類，因此不曉得是霍布斯不知約翰的發現？抑或是他不以爲車輪蟲爲大洋底的居民？

西元一八六〇年（霍氏死後第六年），埋設在地中海海面下七二〇〇呎的海底電纜線破損，經過一番艱難工作後，修補工人將破損的電纜線拉出海面，令人驚訝的是，電纜線上竟附著了深海性珊瑚（珊瑚是附著生物）。當電纜線一呎一呎地從海中拉出來時，其它的附著生物也一一出現，這項意外的發現成了反駁霍氏一八〇〇呎以下無生物生存理論的最佳證據。

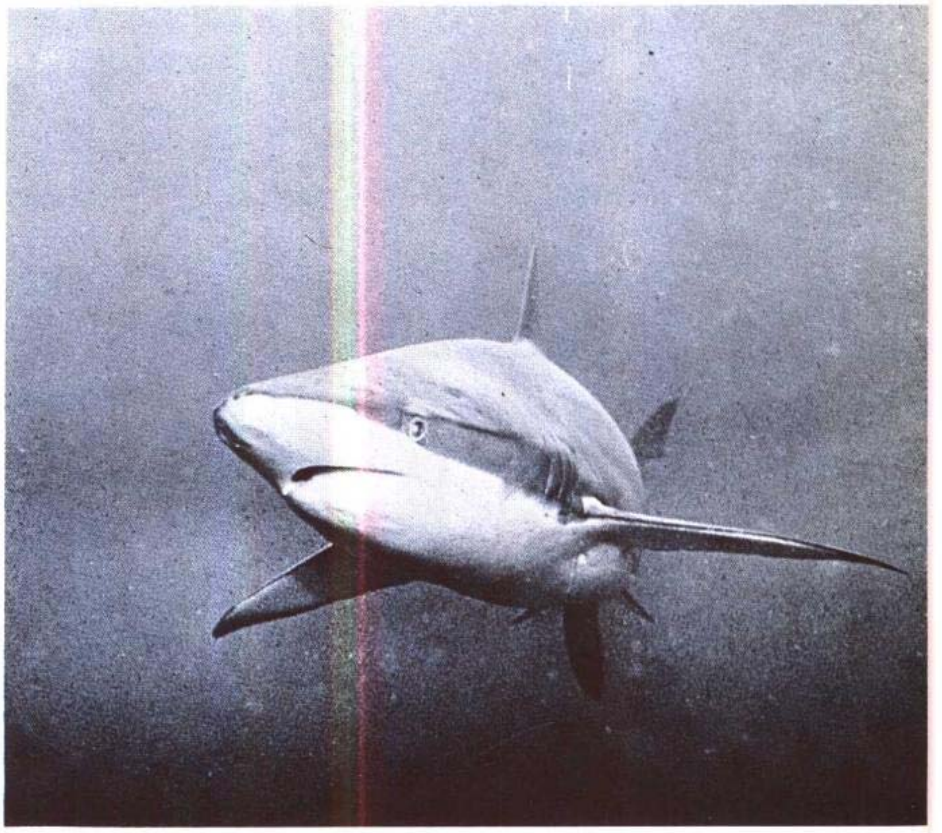
然而這強有力的證據，仍沒有打消人們對無生物層存在的觀念，許多科學家依然認爲，深海水溫接近冰點，每一立方公分的水具有二十八公斤以上的壓力。在黑暗無光的深海底，竟有生物生存，是件不可思議的事。（在海裏，每下降一呎，每一立方公分的水就增加十二公克的壓力



▲海岸的藻類。它們與其他的軟體動物，寄居於海岸潮間帶，霍布斯將這生物密集帶命名爲「沿岸層」，此乃拉丁語「利多拉麗斯」（即海岸之意）的意思。



▲海蔘，是棲息海中的典型無脊椎動物，通常活動於水深七十五呎處



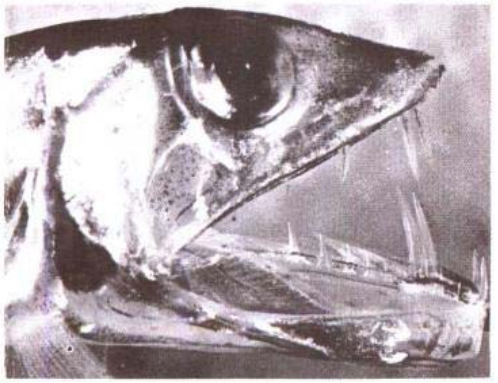
▶在海裏遨遊的鯊魚。鯊魚和其他魚類及大甲殼類寄居於霍布斯命名爲珊瑚層的海中，珊瑚藻就分佈於七十五至三〇〇呎深處

。）

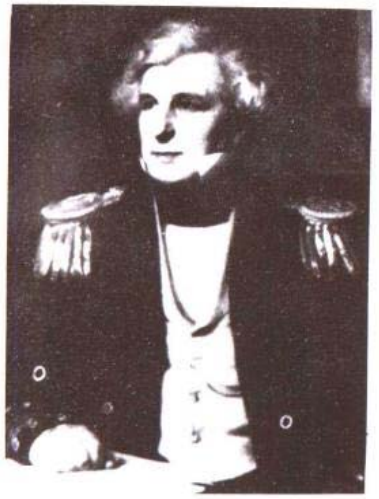
爲證明無生物層的存在，英國生物學家查理茲·威維爾·湯姆遜爵士，以科學方法展開詳細的觀察。西元一八六八年，湯姆遜駕著向英國海軍部借來的小砲艇萊德尼號出航，這艘砲艇備有深海用的浚渫機。湯姆遜浚渫了蘇格蘭北海岸四〇〇海里外的法羅群島，到南方直布羅陀海峽間的大西洋底，在水深三六〇〇呎的深海底，撈上生物。

▼身長二十三公分的歐莫斯多斯在水深三〇〇〇呎處被發現

霍布斯以爲一八〇〇呎以下的水域，因寒冷、黑暗、水壓不斷增加，生物是無法生存的，因而將此層命名爲「無生物層」



西元一八六九年和一八七〇年間，湯姆遜駕駛英國海軍部的另一艘普派英號出航，將浚渫機放入大洋收集海底生物，最深處竟達一五〇〇〇呎。由此可見，黑暗的深海裏依然有生物生存。人們所知的深淵或深海層，陽光根本無法到達。深海層是世界最大的生態系，約占地球表面的二分之一。專家們將它分爲上限、下限，上限是指海面下六〇〇〇呎，下限則是六〇〇〇呎以下至大洋底。



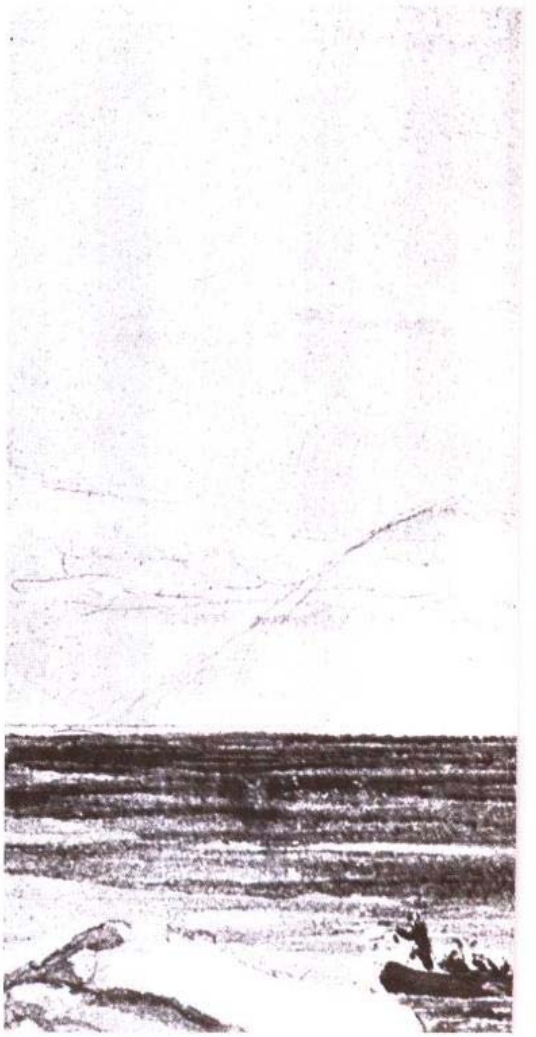
▲詹姆士・克拉克・羅斯，西元一八三九年到一八四三年指揮英艦艾洛斯號前往南極探險，他是一位嚴謹的科學家，對於氣候狀態、水深、水溫的測定都極爲仔細；一四五〇〇呎是他測試當中最深的記錄

▼霍布斯的學生，查理茲・維威爾・湯姆遜　西元一八六八年至一八七〇年間，從一五〇〇〇呎的海底，發現了有生物生存的軟泥，推翻了老師霍布斯和當代科學家認爲一八〇〇呎以下深海爲無生物層的錯誤觀念

湯姆遜接著被兩個問題困擾著，水深一五〇〇〇呎處雖然存有生物，然而，是否仍有生物無法生存的深淵？若有，那裡必存有很多奇異的生物。爲了解決這些疑問，湯姆遜再次向英國海軍部求援，決定到世界各地浚渫收集資料。

霍布斯與湯姆遜致力於深海探測研究的同時，歐洲各國以及美國正在進行埋設海底電纜線的計劃；要想完成這項計畫，必須很有效率地探測大洋深度，有關海洋的物理特性和海底性質的知識因而不斷地增加。

西元一八三九年，約翰・羅斯的外甥詹姆士・克拉克・羅斯爵士登上英艦艾洛斯號，向南極出發，途中詹姆士下令停船，並從舷側放下載有簡單工具的救生艇；那個工具是綑有大麻繩的捲軸，繩末繫有三四・五公斤重的鐵錘，救生艇離開母艦五・六公尺時，詹姆士命令水手將鐵錘沈入海底，經過



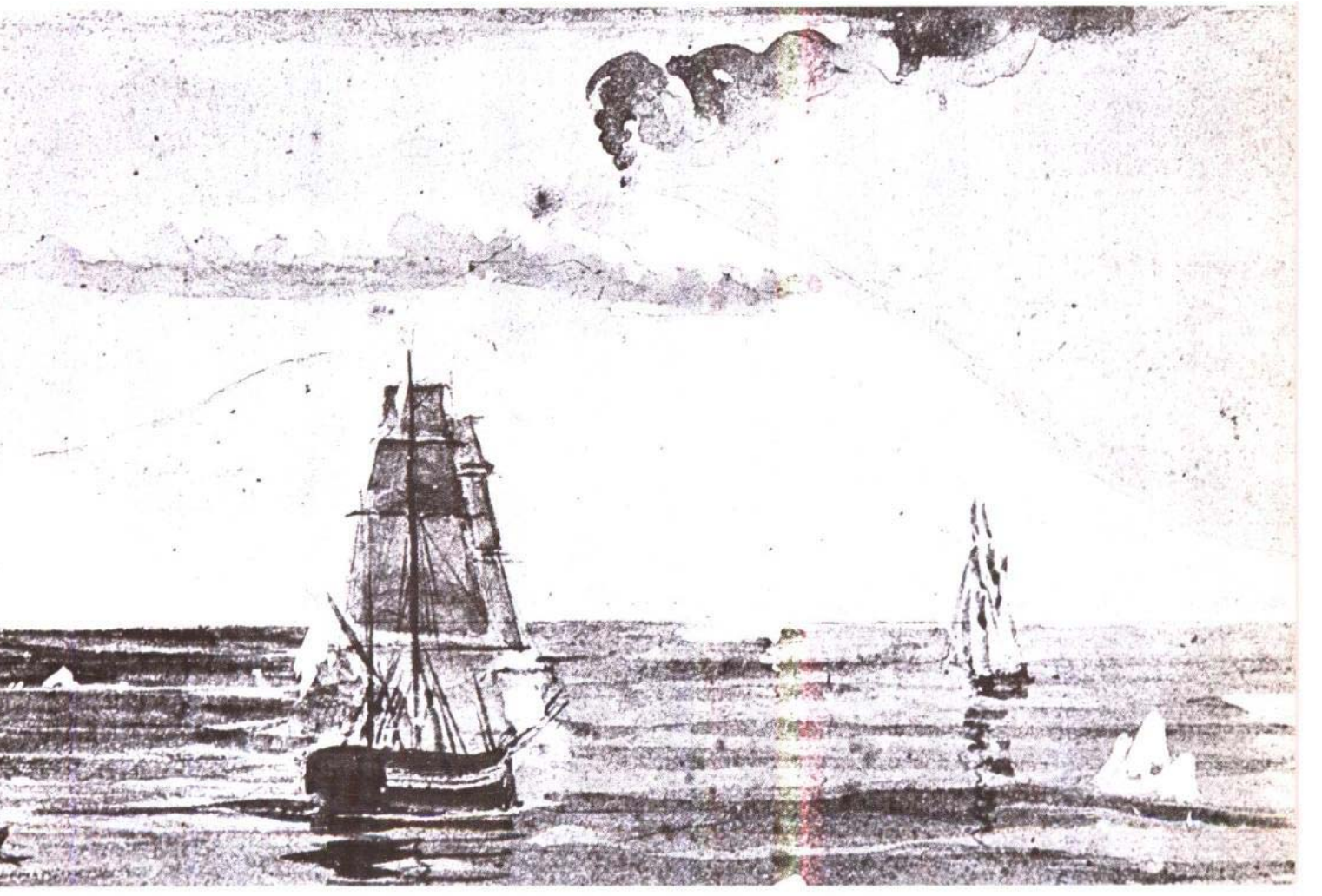
一小時左右，鐵錘終於碰到海底，此時麻繩已下降了一四五五〇呎，詹姆士終於測出大洋底凹處，然而這項突破性的深度，還比不上阿爾卑斯山最高峯白朗峯的海拔。

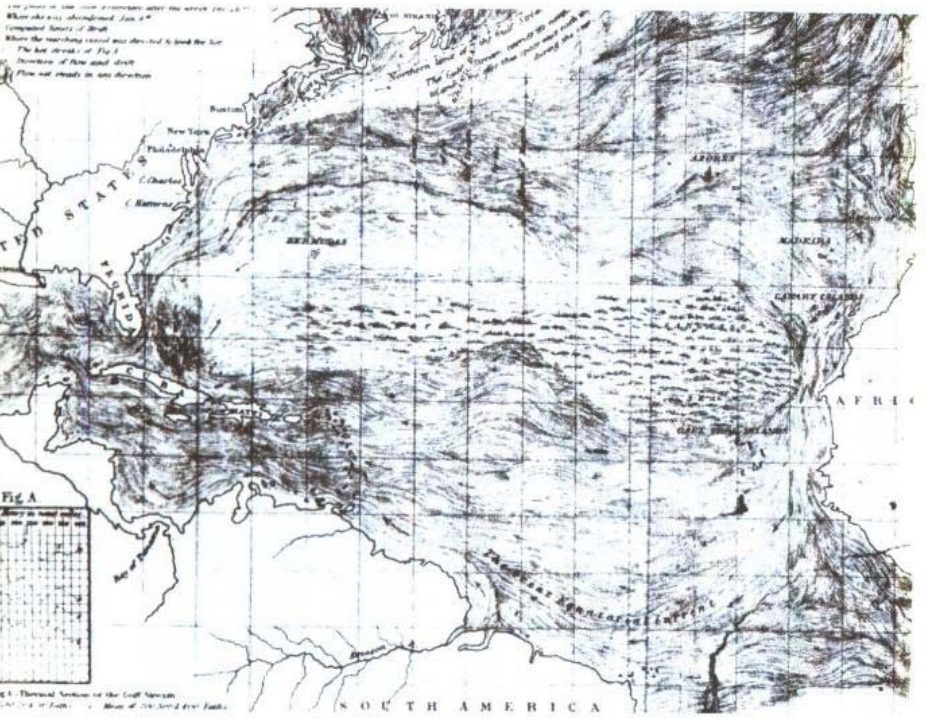
詹姆士並於各個緯度測量大洋溫度，結果多在4°C左右，然而他卻忽視了水銀球受了水壓影響，會產生水銀擠向上方的作用，使得溫度計上顯示的溫度比實際溫度高。

湯姆遜在測定水溫時，驚訝地發現：溫度（與深度）不同的水域，各有特定的流動方向，並恒久保持一定的流動規則，因此在一小時的航行中，可能由極熱的洋流到寒冷的洋流內！

以地圖標示大洋潮流方向，並不只湯姆遜一人，西元

▼西元一八三九年至一八四三年，羅斯航行南極的水彩畫。畫面上是西元一八四一年航行至南極的艾洛斯號，與姊妹船鐵拉號。





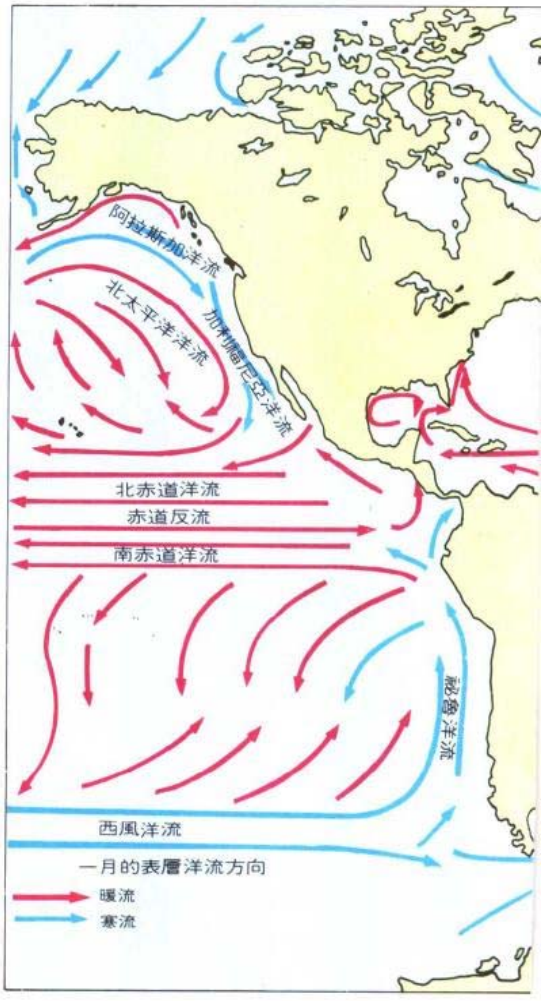
◀西元一八五五年摩里出版「海洋的自然地理與氣象」書中的墨西哥灣流圖。摩里認爲西歐與英國的暖和氣候，是由墨西哥灣流的東方支流（北大西洋海流）吹來的暖風所致。

▼記有世界重要暖流及寒流的世界海圖，海流是受風向左右的海底大河流，北半球的海流流向是順時針方向，南半球則相反，其方向的差別是以地球爲中心，受地球自轉影響而產生。

一七七〇年，南塔克特的捕鯨船船長提莫西·弗魯加完成墨西哥灣流的測流圖，同年，美國科學家兼政治家富蘭克林也製作了墨西哥灣流的溫度表，以便航海者知道自己的位置是在向東北流向的墨西哥灣流裏或灣流外。西元一七八一年，湯姆遜又完成拉布拉多寒流的航海圖，拉布拉多寒流流自北極，在紐芬蘭島尖端的克班大與墨西哥暖流交會，墨西哥暖流帶著潮濕的水氣與拉布拉多寒流交會後，形成了海面的濃霧。

美國海軍年輕軍官馬休·豐廷·摩里收集了弗魯加、富蘭克林、湯姆遜及其他科學家所研究的資料進而發展世界性氣象觀測。這位被稱爲「航路發現者」的摩里，爲縮短大洋航期，努力從事風與洋流的研究，他將長期的觀察結果作成表格，記錄於航海圖裏。西元一八三九年因故跛足，而結束了他十四年繁忙的海上服務。

但海軍並不因此忽略他的才能，西元一八四二年摩里接任製作航海圖及搜集航海機械的工作。爲尋找橫越大洋

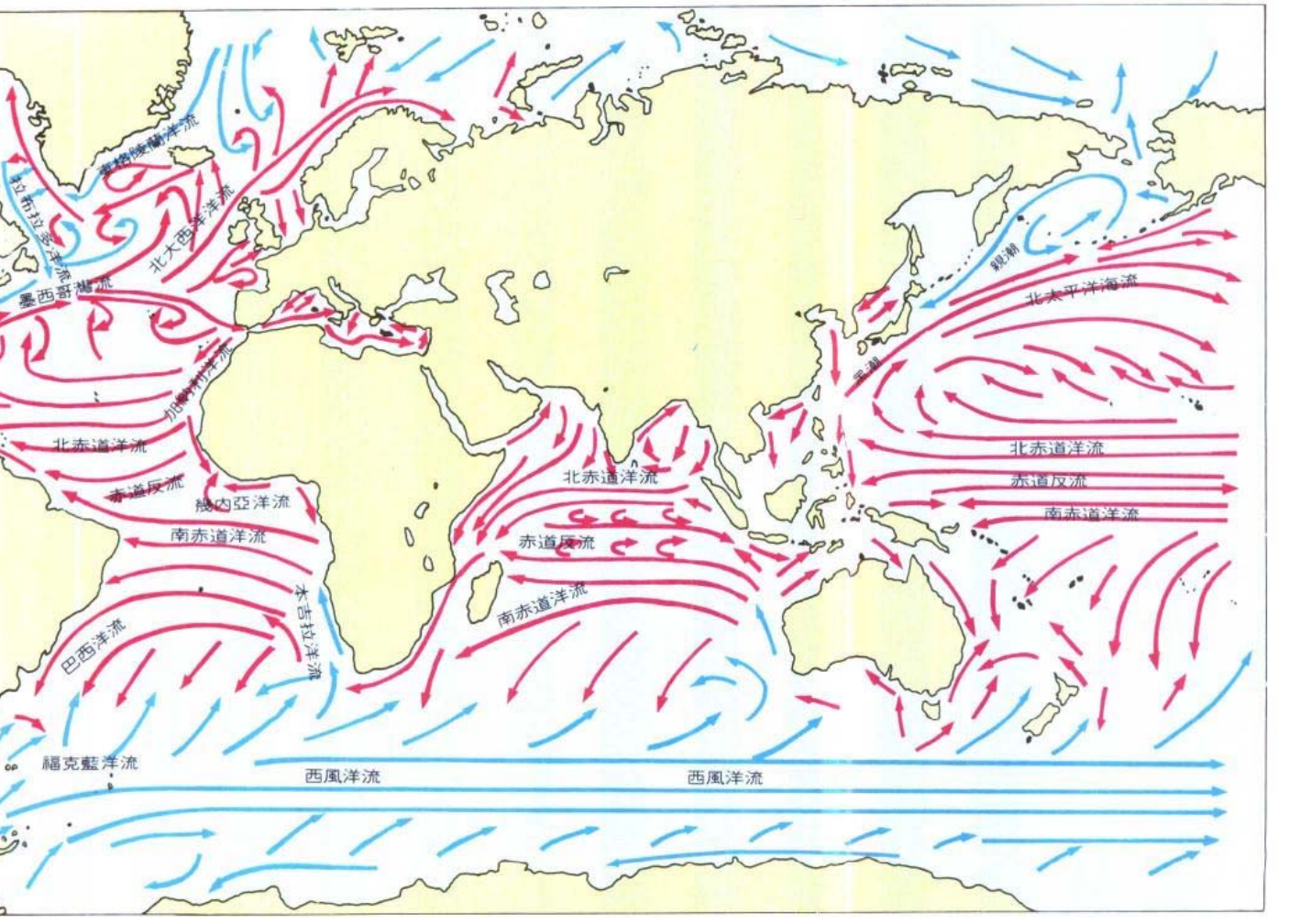


的捷徑，摩里遍讀了航海紀錄，並依著這些資料，親自航行那些路線。在不同的季節裡記錄風力、流速，並詢問曾經航行過那些路線的航海者，有關在航行中，溫度、氣壓、霧氣的變化，以及鳥類、鯨魚出現的地域，或是島嶼的方位等問題。

十年的奔波，摩里終於搜獲了二六五二九八天份的觀察資料——這些日數的航海資料，若由一個人去航行收集，必須花費七二七年才能完成。這一份各季節的風向與海流的航海圖，使航越大洋所需的時間大爲經濟。

然而摩里並不因此而滿足，西元一八五三年於比利時舉行的會議中，摩里確認要迅速安全地橫越海洋，必須設

▲馬休・豐廷・摩里。他的「風向與海流圖」成爲各航海圖的基礎。



立世界性、有規模的氣象觀測系統，這項提議獲得遠洋航業代表們的全力支持，世界氣象台於是成立。

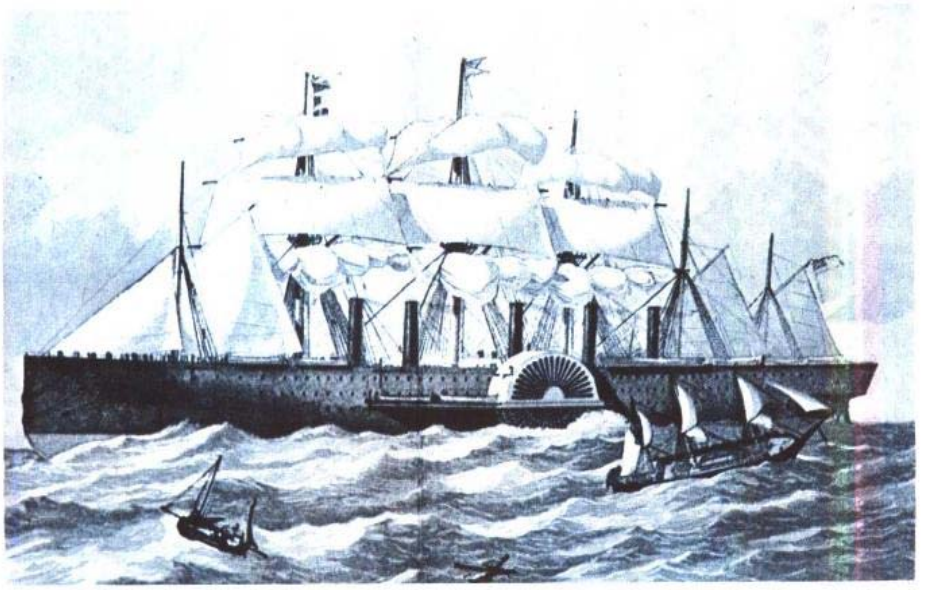
摩里也是一個海洋物理學家，西元一八五五年他出版的「海洋自然地理與氣象」一書中，說明了許多有關海洋的基本概念與理論。他認爲大洋中的海流會影響氣候，北大西洋海流（也就是墨西哥灣流東方支流）所帶來的暖風，使得西歐與英國的氣候比同緯度地區高出華氏二十度。

爲證明這個理論，他舉例說明：被北大西洋海流環繞的英國，在冬天仍可看見青綠的樹葉，但與英國同緯度的紐芬蘭島因受拉布拉多寒流的影響，終年冰雪。他並認爲墨西哥灣流會帶來暴風雨，紐芬蘭島上的濃霧，就是灣流上的水氣所凝成，也就是說，墨西哥灣流上的水氣，遇到南襲的拉布拉多寒流冷卻成霧水。

摩里又解釋：風力、水的密度差異、地球自轉，都是引起海流力量的因素。

◀摩里與布魯克所發明的深海探深裝置，是一個有中空管子貫穿的砲彈型圓球。

▶當中空的管子碰到海底時，繫住圓球的塞子鬆了，海中的生物標本會被吸入管內。



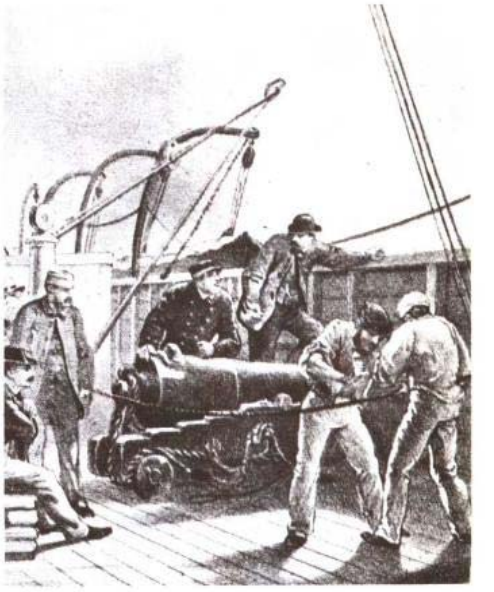
◀西元一八六六年，橫斷大西洋完成海底電纜線敷設的蒸汽船格雷德·伊斯坦號。當時，只有這條船能勝任這項艱鉅的工程。電纜線敷設的成功，摩里對大西洋的測深功不可沒。

▼西元一八六五年六月，因敷設電纜線有了故障，格雷德·伊斯坦號的船員補修無效，敷設計劃不幸被迫放棄。

摩里不僅投身於海洋學理論的研究，更熱心於實際應用，經常與年輕的海軍軍官約翰·M·布魯克一起測定海洋深度，並用測深機器將海底標本撈出海面。雖然這個測深機器主要發明人是布魯克，但能善加利用卻始於摩里。

西元一八六六年七月二十七日，海底電纜線敷設成功後，海洋學研究之風高漲。六年後，倫敦國立學會任命湯姆遜從事海洋一切秘密的探索。

這是湯姆遜期待已久的機會，所以他下定決心，要好好一展抱負。



3 挑戰者號的探險

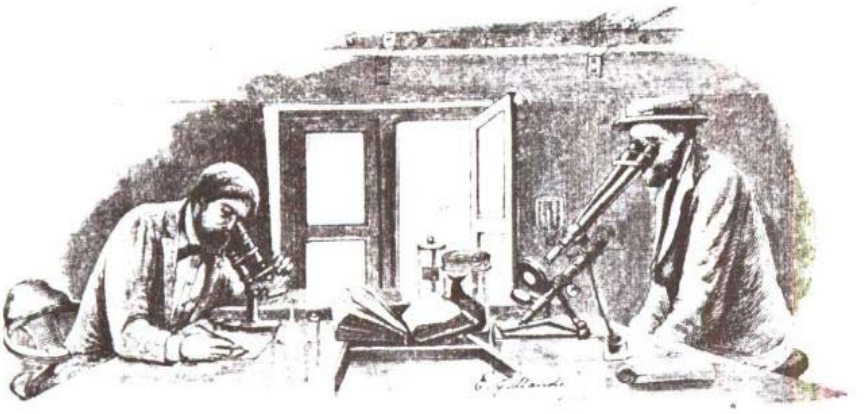
西元一八七二年十二月七日，倫敦東方約四八公里的夏念斯港，一艘英艦正準備航向英格蘭南方的朴資茅斯，這次航行是人類海洋探險中一次創舉，至今在科學上仍保持其記錄。不明其意義的旁觀者對它的裝備或許會覺得很奇怪；十八門大砲，因爲要安置過多的科學儀器而被拆掉了十六門，所以，這艘船不適合與敵人作戰。而三年半的航海期間內，所遇到的敵人，也只是多天和壞天氣而已。這次的冒險旅行，除了北極以外，世界上各地區的海洋皆列爲航程之內，所預定的路程是六八八九〇哩（約一二七六〇〇公里），指揮官是英國海軍喬治・S・尼爾，但是實際上主其事者卻是查理茲・威維爾・湯姆遜。

這艘英國海軍戰鬥艦挑戰者號，重約二三〇六噸。船上雖然裝備著補助航行的蒸汽機設備，但是在航海期間，大部分是用帆來航行。其船名「挑戰者」，與這次航海的性質十分符合，爲了要向廣大的海洋深處挑戰，英國王室特地從英國海軍總部借來這艘戰艦。

挑戰者號上的自然科學家，包括約翰・繆雷、H・N・莫茲利、魯道魯夫・范・威里莫遜、J・J・威爾托及J・Y・布加納等人。

航行途中，科學家們在設備完善的研究室中從事研究工作。其中一個研究室，設有分析海水物質的裝備，另外一個研究室，則安裝著研究海中動植物的儀器。

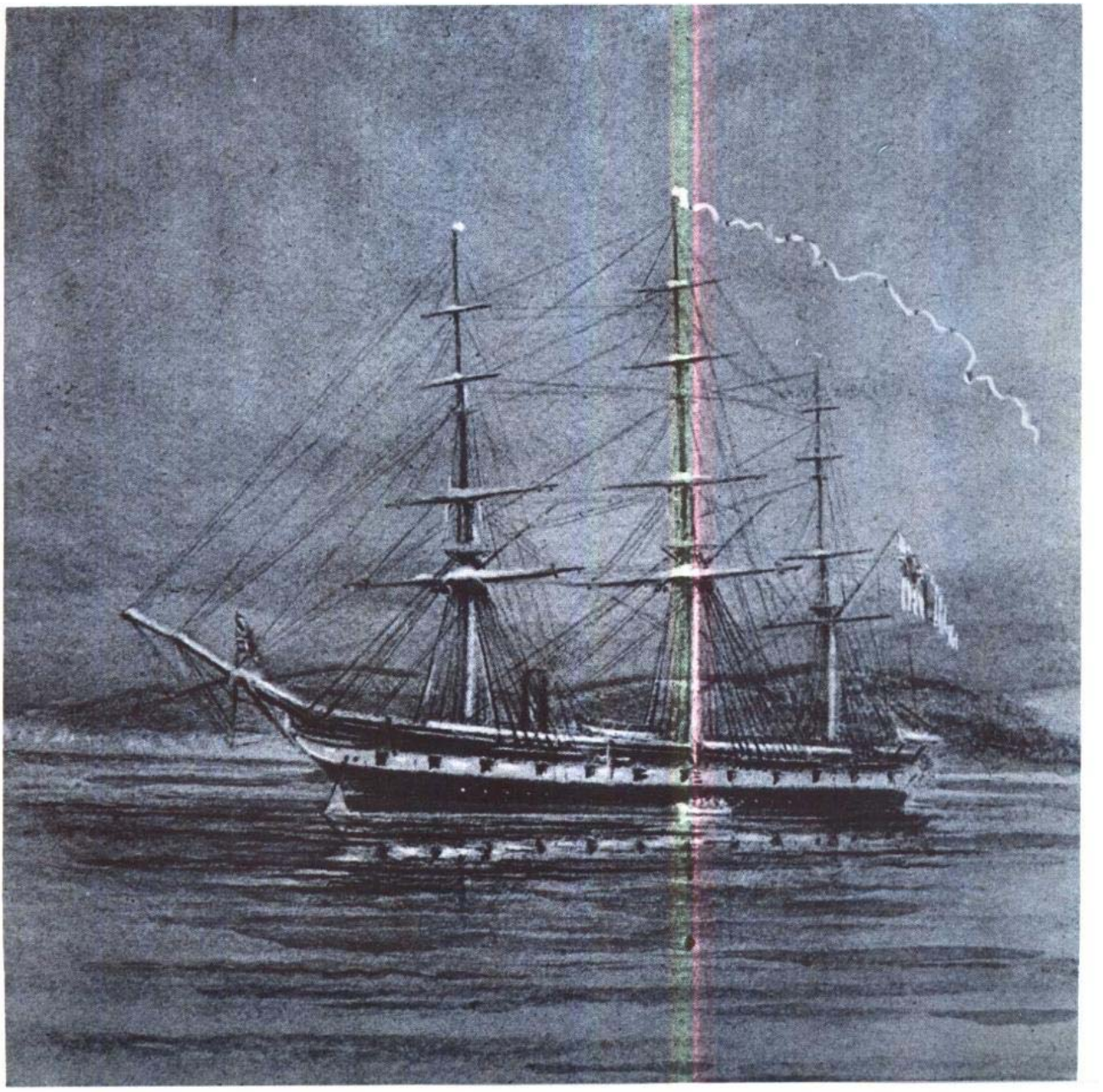
船下方的儲藏室，堆放著收集不同水層的標本瓶子，和勘查海深的測探繩，繩長數公里，另外還有用來挖掘四

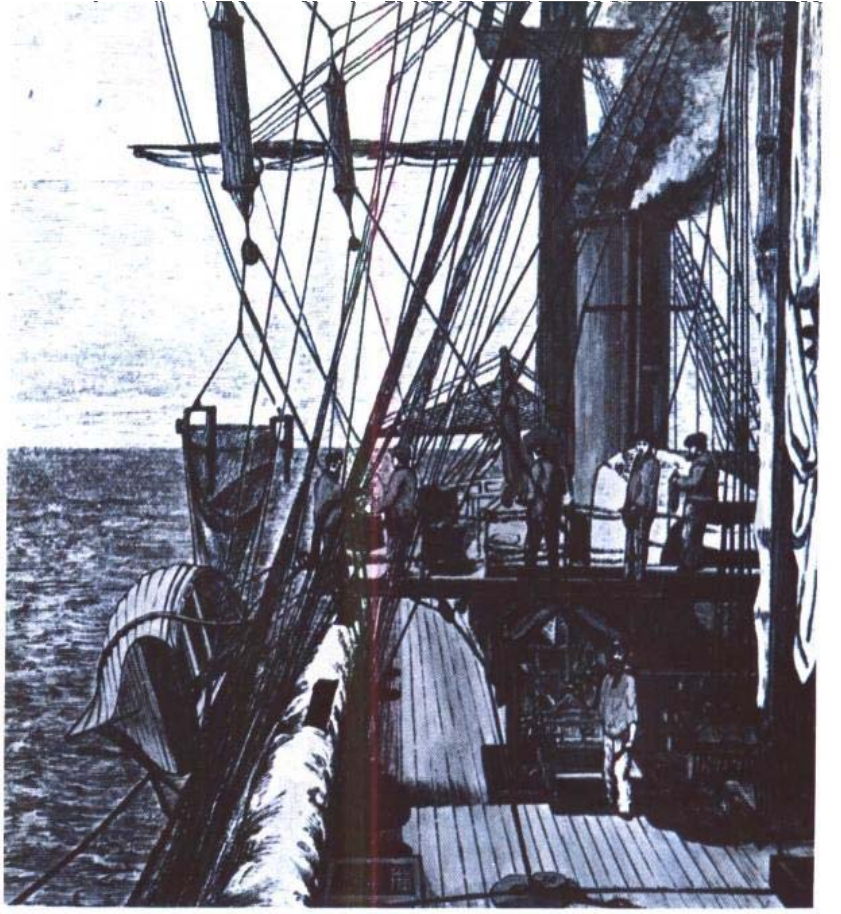


◀挑戰者號上的科學家們，在航海期間用以觀察生物的顯微鏡。

個大洋底沙的浚渫機及捕捉海中奇異動物的曳網，這些用品在當時號稱爲科學裝備，但是與現在的儀器比較，則顯得極爲落伍。例如：探測繩是由大麻的纖維搓成，在繩子末端緊緊地繫上幾十公斤的鉛球。探測繩本身是捲在直徑

▼西元一八七二年十二月，重二三〇六噸，由英國軍艦改裝的挑戰者號，它身負世界性科學探險的任務。船上總指揮官是湯姆遜，在爲期三年半的旅程所收集的資料，成爲現在海洋學上的基礎。





▶挑戰者號的浚渫機與測深裝置。測深用錘、浚渫機、大口拖網等都是從船舷投入海中，然後再由鼓輪拉上來（鼓輪是靠主桅附近的兩個蒸汽引擎驅動）。藉著滑輪與彈簧的組合，可以緩和鼓輪的裝置。

約三公尺的旋轉圓木上。挑戰者號著手測量海深時，爲防止船身被風吹傾，或避免被水流冲走，於是先拋下錨使船身固定後，再將鉛球從舷側投入海中，此時，旋轉圓木上的繩子也慢慢地轉動。

繩索上，每隔六〇〇呎（約一八〇公尺）都做有記號，當繩索投入海中時，科學家們，就依繩索上所標的記號記錄下來。但是在初期的探測中，有一個令科學家們困擾的問題，那就是，當綁有鉛球的繩索到達海底時，在旋轉桶上的繩子依然會滑落到海中，而影響到探測海深的正確性。挑戰者號上的科學家們，爲了解決這個問題，而研究發現了必須運用西元一六〇〇年，英國科學家羅伯特·佛克探測時所用的原理。

佛克使用的裝置是鉛球與木質球拴在一起，由側舷投入海中，鉛球到達海底時的衝擊力，足以衝開與木球拴在一起的彈簧，輕的木質球因而慢慢地浮了上來。

佛克重覆地測驗，終於發現鉛球到達海底時所需要的

▼約翰·繆雷。挑戰者號探險隊四個博物學者中的一人，對深海堆積物的形成與構造特別有興趣，專門研究挑戰者號的浚渫機或樣本採集管所採集的物質，並將堆積物分爲二大類，他的分類法至今仍被採用。

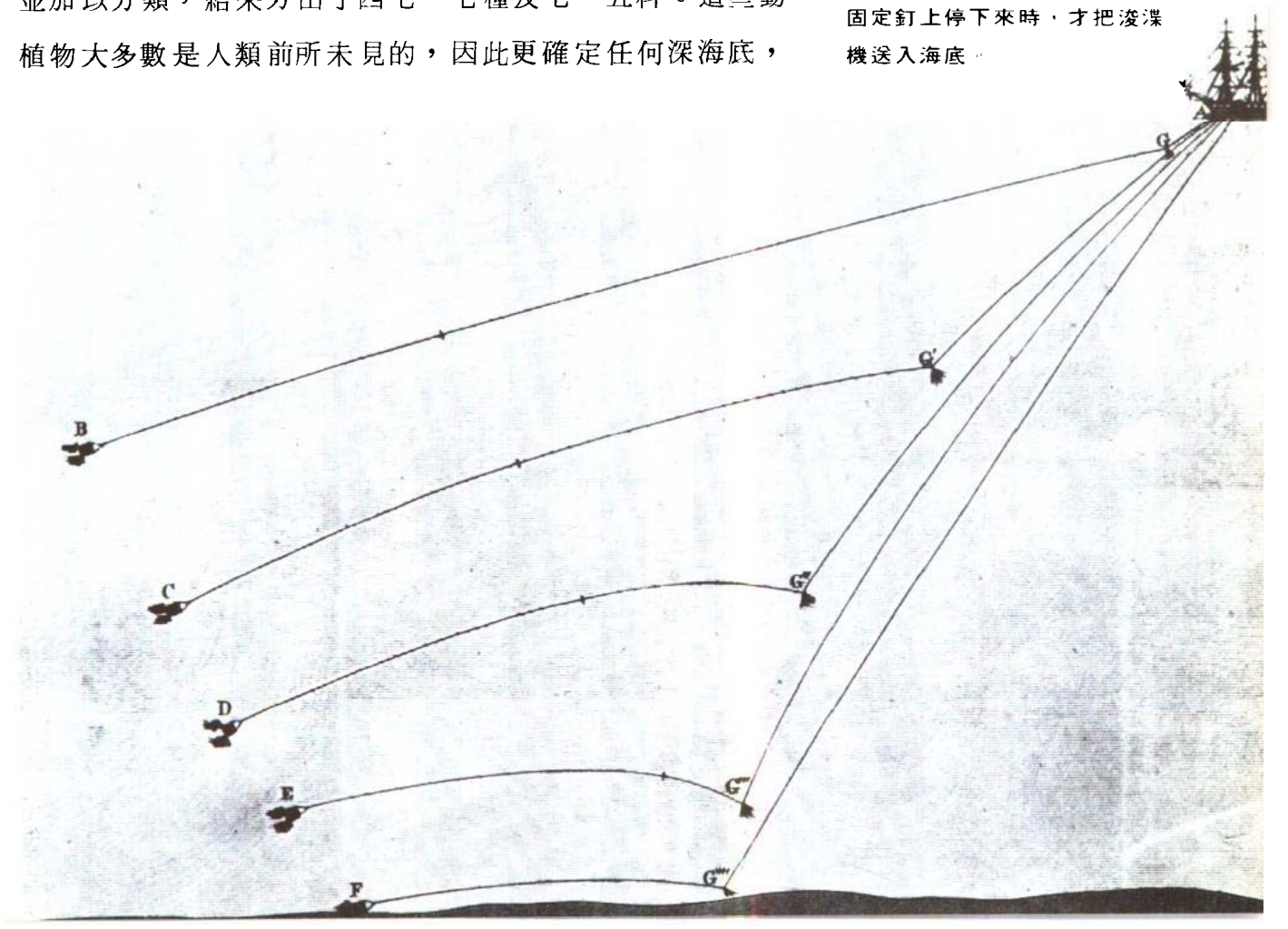
時間，以這個測驗做爲基礎，同時又發現木質球升上海面時所需要的時間。佛克因而認爲球體降下的速度，與海深一定有某種關係。於是乎挑戰者號上的科學家們大膽地假設：繩子投入海中，當其下降的速度減慢時，則繩子必定已到達海底。現在海洋學者利用聲納來探測深海，只須花數秒鐘的時間，然而當時挑戰者號上的科學家們，卻需要五、六個小時才能完成。

挑戰者號同時利用繩索和佛克的原理，在西太平洋馬里亞納群島附近的海域，測得二六八五〇呎的深度。如今我們知道，太平洋附近的海域，是世界上最深的地方，在屬於馬里亞納群島的關島西南方三二〇公里處的馬里亞納海溝，其最深的挑戰者海淵深達三六一九八呎。

在如此深的海域裡，爲研究其生物狀況，挑戰者號利用浚渫機和曳網，從深海中拉上了很多的小生物、植物，並加以分類，結果分出了四七一七種及七一五科。這些動植物大多數是人類前所未見的，因此更確定任何深海底，

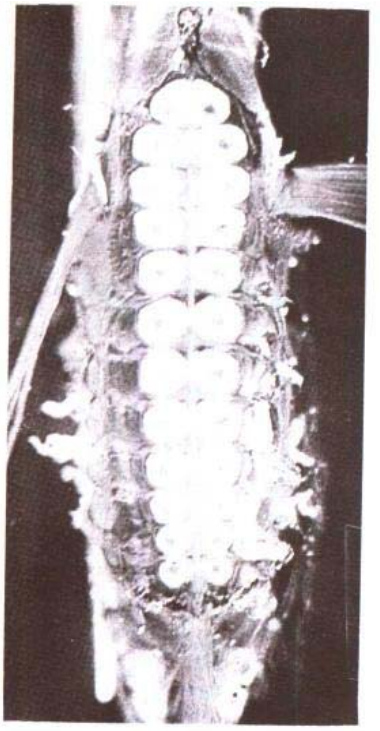
▲挑戰者號上所使用的浚渫機，是由一個長方形的鐵架所支撐的網袋。

▼一旦浚渫機由船尾拉出來，船員們馬上把移動錘沿著繩子放入水中，當移動錘在海中的固定釘上停下來時，才把浚渫機送入海底。



▲兩個乘員把浚渫機拉上挑戰者號　在浚渫機周圍的細織拖網除了微細的泥以外，可抓撈任何東西，以供科學家們可以研究到非常微小的動物

▼右頁上圖的魚兒下側的發光器官　在這裏會產生複雜的化學反應　這種微弱的光芒，在黑暗的深海裏，可助魚類之間的相互認識，或誘捕食餌



都可能有生物的存在。挑戰者號在超過一九〇〇〇呎的海底中，仍發現了無數珍奇的生物，但是在海底六〇〇呎以後，就沒有植物存在了。

挑戰者號上的科學家們研究了生物如何在壓力大而又黑暗的深海中生活後，提出了幾點結論。

生存在一二〇〇〇呎的生物，其中有一部分是以自己的器官發出强光，另有一種是具有非常好的眼睛，能藉著極其微弱的光線看清四周環境。更有一種生物則沒有視神經，但是卻有非常敏捷的觸覺神經。這些生物，都賴著牠的特殊器官或者是功能，才能在如此深的海域中生存。

海底動物在一九〇〇〇呎深的海中，每一立方公分受到二二三・五公斤以上的壓力，在如此壓力下，它們是如何地生存下去？化學家Ｊ・Ｙ・布加納終於找到了答案。

布加納利用實驗用的玻璃管，將兩端封住，用布包起來後，再放入有孔的銅製容器中，然後把容器及布包的玻璃管，從船舷處放入一二〇〇〇呎深的海中，經過一段時間後，再將容器及玻璃管拉上來。

布加納發現銅製容器被壓扁了，同時，放在容器內的玻璃管也粉碎了。這種有洞的銅製容器通常被用爲保護測定深海水溫之溫度計，依布加納過去的經驗，即使將銅製容器放入一二〇〇〇呎深處，也能完整地收回，然而在這次實驗中，卻無法保持安全。

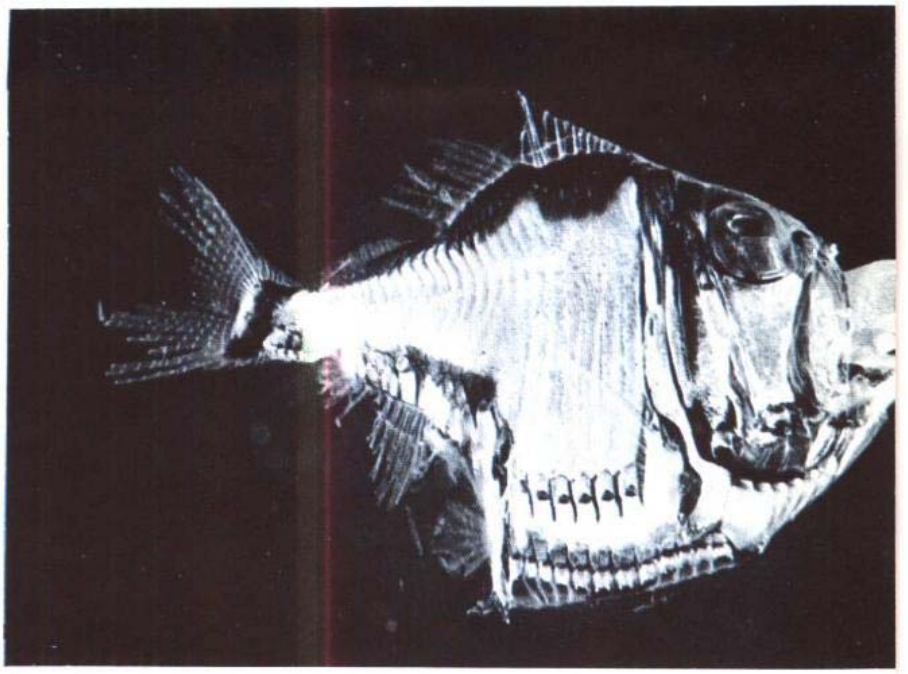
布加納爲此做了一個恰當的解釋：海面上被密封的玻璃管內有一氣壓的空氣（每平方公分有一〇三四公克空氣）在到達海中一個深度後，管外的壓力比管內壓力大時，管子因而被壓扁；如果容器穿有孔，在水尚未流入洞孔時，巨大的水壓已將容器壁壓擠到內側了！

如果將這些容器打洞，加入一些水，再放入海中，使

容器內側與外側的壓力相等，容器內的溫度計就不會被壓扁。因爲容器內外的壓力大小相等，雖則容器放至最深的海底，也能完整地被拉回。

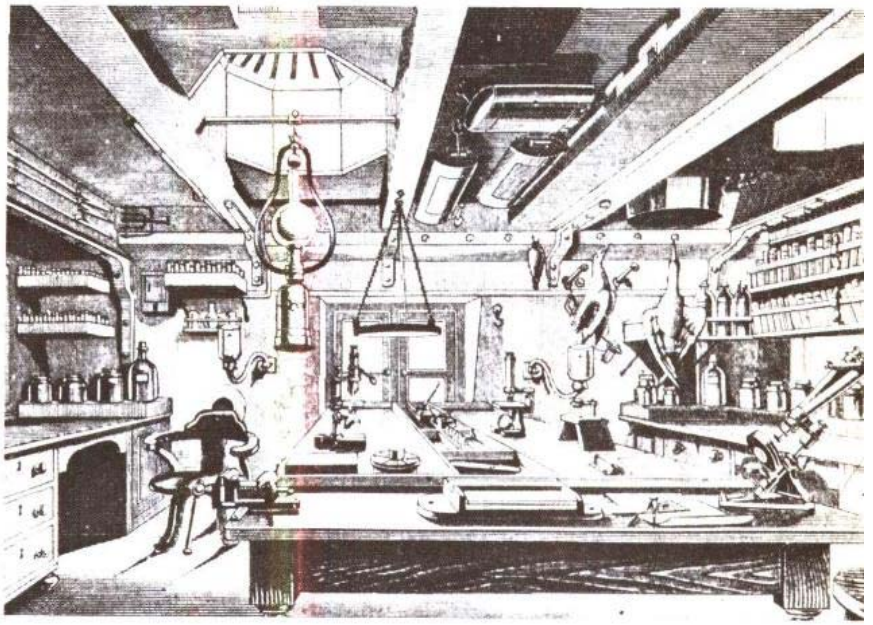
明白了這個原由，也就說明了動物能在巨大壓力的深海裏生存之事實，牠們體內的壓力與外面的壓力是一樣大，根據這種概念，挑戰者號科學家們下結論：在任何深海，都可以發現生物。而另一個要素——低溫，則被證實是不會影響生物的生存，而只是造成生物種類的不同罷了。

挑戰者號在南大西洋較冷的水域裏，發現了更多的海洋生物，這些生物被稱爲浮游生物（希臘語意謂漂游）—這些多數微小的動植物浮游生物，是海洋生態系金字塔形食物鏈中〔註〕的基底，植物性浮游生物多半是硅藻類（單細胞藻類），利用日光、二氧化碳、礦物質或水合成食物，這些植物性

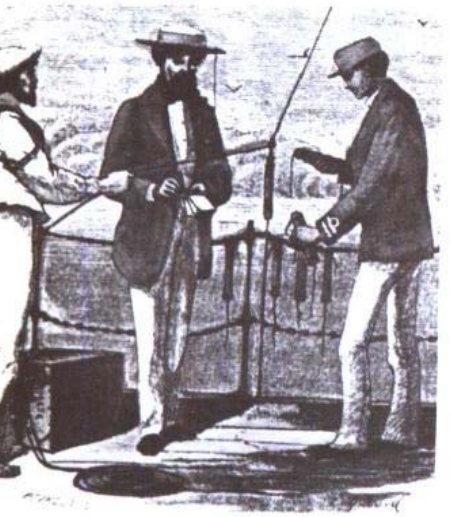


▲深海魚—手斧魚（體長七·六公分） 挑戰者號發現的許多發光海洋生物中的一種

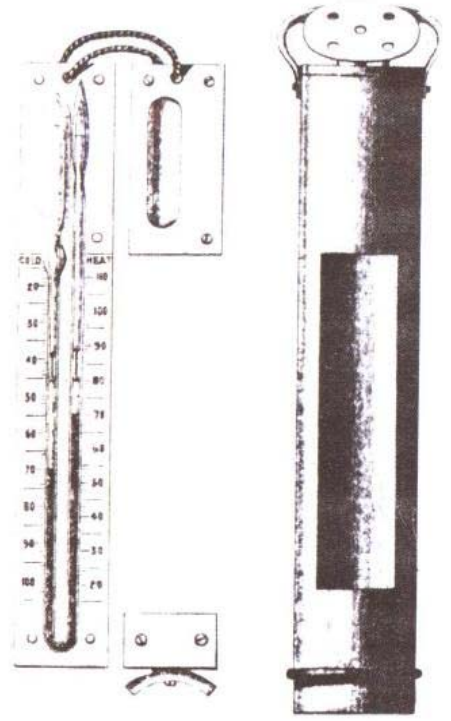
▼設備齊全的挑戰者號的生物學研究室



註 食物鏈：就是A類生物被B類吞食，B類又爲C類吞食，C類則被D類吞食，依此類推的食物鏈關係；連鎖數目，一般是四種或六種。



▲挑戰者號乘員正從海裏撈回水溫計。



▲能測出最高溫度與最低溫度的記錄的溫度計。使用時將其置於有孔穴的保護用銅製容器內（右）。

浮游生物成爲動物性浮游生物的食物，動物性浮游生物又成爲更高等動物的食物。在金字塔的頂點，是大魚和棲息水中的肉食性動物。

挑戰者號三年半的航海，給予海洋生物學上有關深海生物謎題一道曙光；挑戰者號在三六二個停泊站進行水溫測定。利用自動關閉的瓶子，在各個停泊站採集海洋生物樣品；他們利用每一個機會進行測深，採取海底標本。根據所有的資料，製作記有海洋深度的海圖；最後挑戰者號將三六二六〇平方公里的海底，全部畫入海圖。

湯姆遜並用自記溫度計測出深海水溫接近冰點。這個方法能將最高溫和最低溫記錄下來。將數個畫有間隔的溫度計綁在測深繩上，放在穿有洞孔的銅製容器，再連同繩索放到海裏某個深度後，再拉上水面，然後將各個溫度計的溫度記在表格上，此圖表便成爲某處溫度分布圖。科學家們利用此種儀器，在各停泊站測定其深度、水壓及海水密度。

另一件至今仍具有重要意義的發現是，大洋底部大部分爲錳所敷蓋，錳塊的大小，約〇．五公分至二十五公分，除了錳外，也含有豐富的鐵、鎳、銅、鈷，此外還有鋁、鎂等等金屬物質，這些滿覆礦石的洋底現在正由海洋礦山公司開發中！

約翰．繆雷在研究海底樣品後，將深海堆積物加以分類並整理歸納成一體系，這個體系至今仍被沿用。依據他的分析，遠洋性堆積物是因爲大洋表面之粒狀物由於浪濤、海流的衝擊，而不斷地如密集的雨滴般落入大洋而成，這些粒狀物質是由無機物質的紅色粘土、有機物質（曾經活著的）構成；陸地性堆積物主要是由附近陸地或島嶼上的粒狀物質堆積而形成，繆雷將陸地性堆積物細分成藍、

綠、紅三色泥層，即火山性泥、珊瑚砂、珊瑚泥三種。

分析三六二個停泊站所撈取的海底樣品，結果發現世界各海洋的海水的成分有一定的比率，但是事實上海水的組合物不能依樣品分析的結果而一概論之，因爲其鹽分因其深度、氣候區而有變化。一般在多雨的水域及大河口附

▲食物鏈的金字塔形圖表　挑戰者號在海中發現許多生物，其食物來源是附在海洋表面極爲微小的植物性浮游生物。植物性浮游生物行光合作用，而爲動物性浮游生物吃食，動物性浮游生物成爲高等動物獵食的對象，上等的動物性浮游生物又爲鯨魚吃掉，而鯨魚卻成爲人類的糧食。動植物浮游生物非常微小，必須利用顯微鏡才能看到

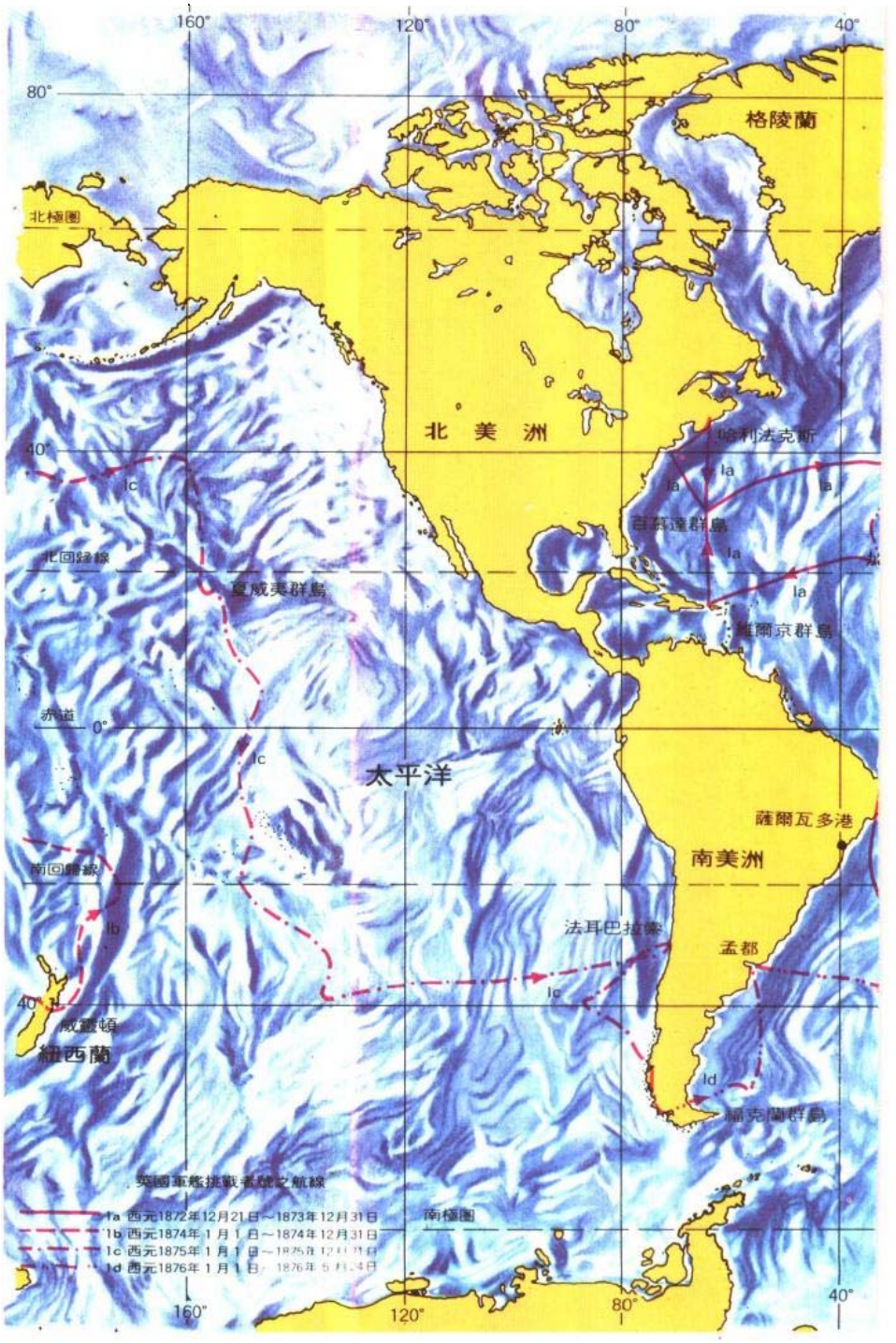
◀左圖爲動物性浮游生物的標本；右圖爲植物性浮游生物的標本。

近，平均海洋鹽分較低；相反地，在太陽或強風蒸發下的海洋表面，鹽分較高。

造成廣大鹹水海域的海釜〔註〕的特徵，挑戰者號也曾加以研究。地表上除了大陸塊外側的沙漠和高原外，聳立著尖銳的山峯，或陷落於海中的斷崖；繆雷和其他海洋學家發現，洋底起伏的地形似乎與陸上地形不太一樣，因爲經過幾千年時間，海底地形已被堆積物柔和了許多。

西元一八七六年五月，挑戰者號沿著英吉利海峽返回朴資茅斯港，結束了這段航海。這次的航行中，魯道魯夫・范・威里莫遜因丹毒（一種皮膚病）而病故，另一個船員則被下降的浚渫機纏住脚，被拋到海裡而遇難；但是挑戰者號仍然帶著豐富的資料回到祖國，這些報告資料，整理之後編成五十卷書，有二九五〇〇頁之多，這些記錄成爲現代海洋時代開拓先鋒，被稱爲「海洋學的聖經」。

它的發行使得世界各國紛紛繼挑戰者號之後，開始從事探險，一些曾參予挑戰者號工作的海洋學先驅者，也紛紛爲這誕生不久的科學

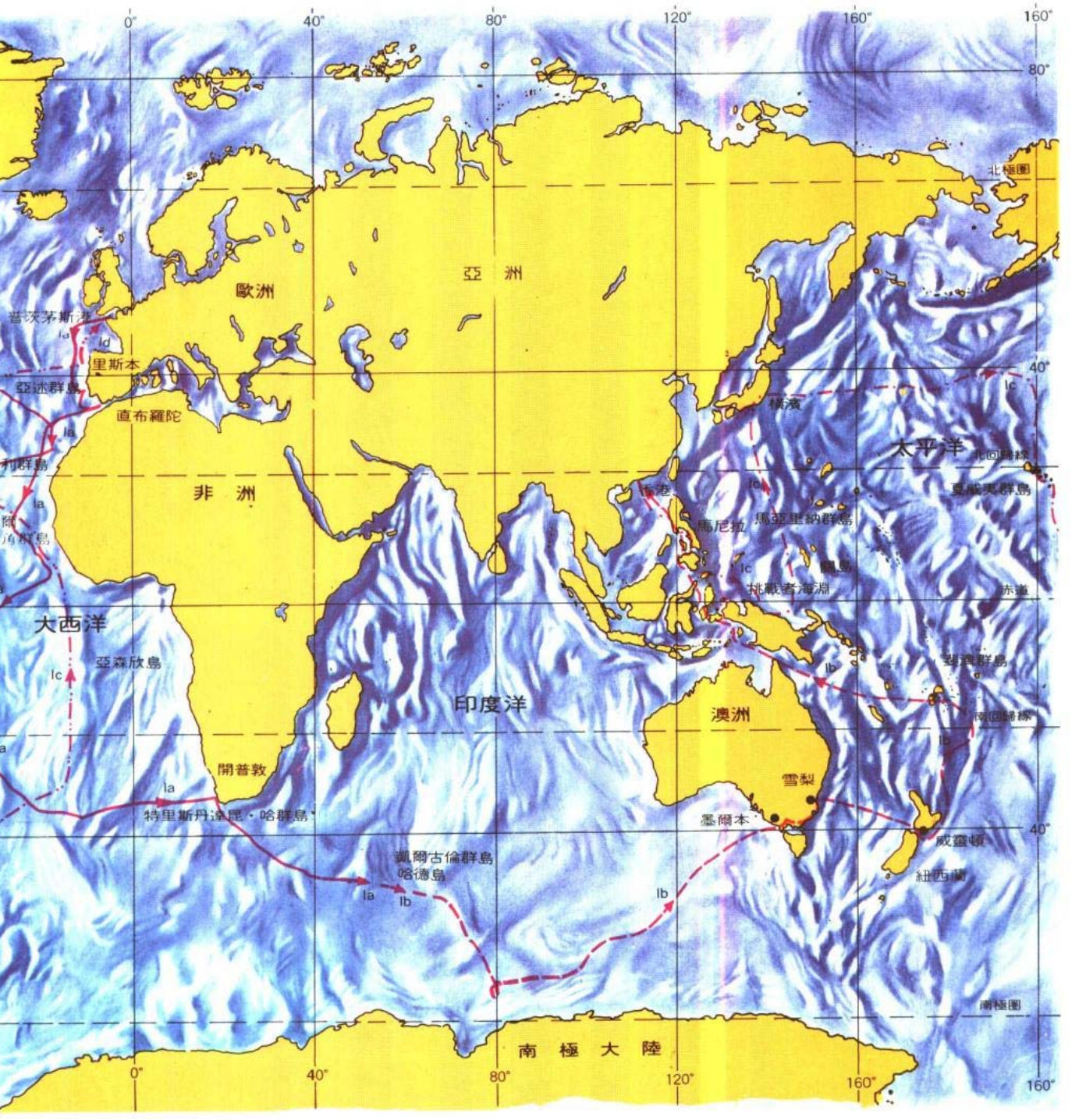


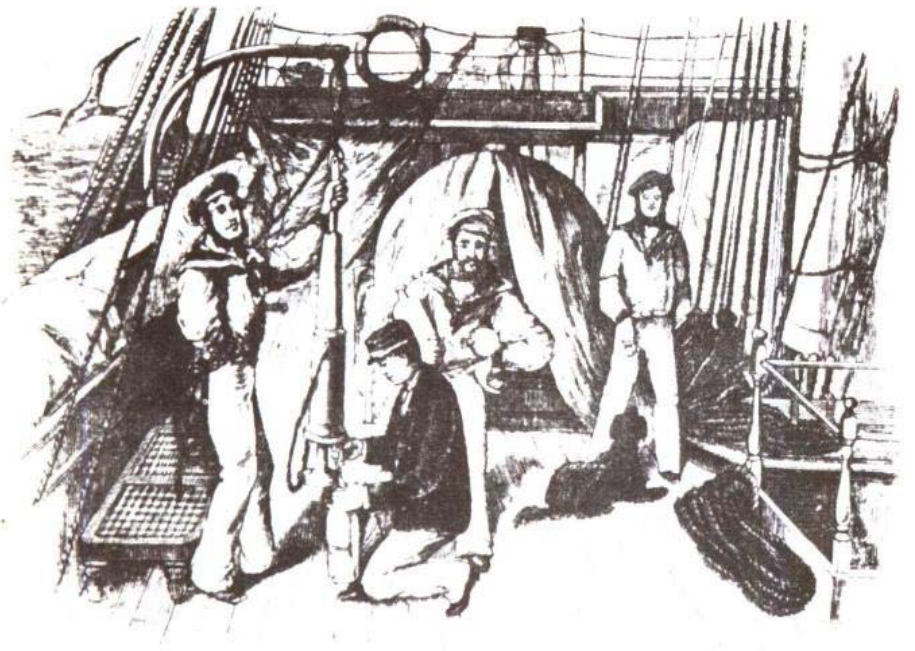
〔註〕 海釜：呈圓形、橢圓形、卵形的海底凹地。

作論述，貢獻一己之力。

其中一位瑞士裔的美國科學家亞歷山大・阿加西，他也是挑戰者號上一份子，回國後寫了二卷挑戰者號的報告書；西元一八七七年至一九〇三年的二十五年間，致力於海中探險。前後跟隨布雷可號或亞比巴托魯斯號，在加勒比海、印度洋、大西洋的熱帶區進行測深，並使用改良後

▼西元一八七二年到一八七六年間挑戰者號航海線　這是人類首次全球性的海洋探險　這次的冒險旅行，除了北極以外，世界上的各個地區皆在航程之內，環繞了地球一週，探險隊帶回祖國的資料，足足編成五十本書冊





◀挑戰者號船上的科學家正打開海底樣品採集瓶。其採取方法，是將瓶口打開放入海中，在預定的深處，或碰到海底時，繩子會突然滑動，鬆放氣筒，使氣筒滑落，而自動封閉瓶口。

▼西元一八七四年，在南極大陸外海於冰山間航行的挑戰者號。

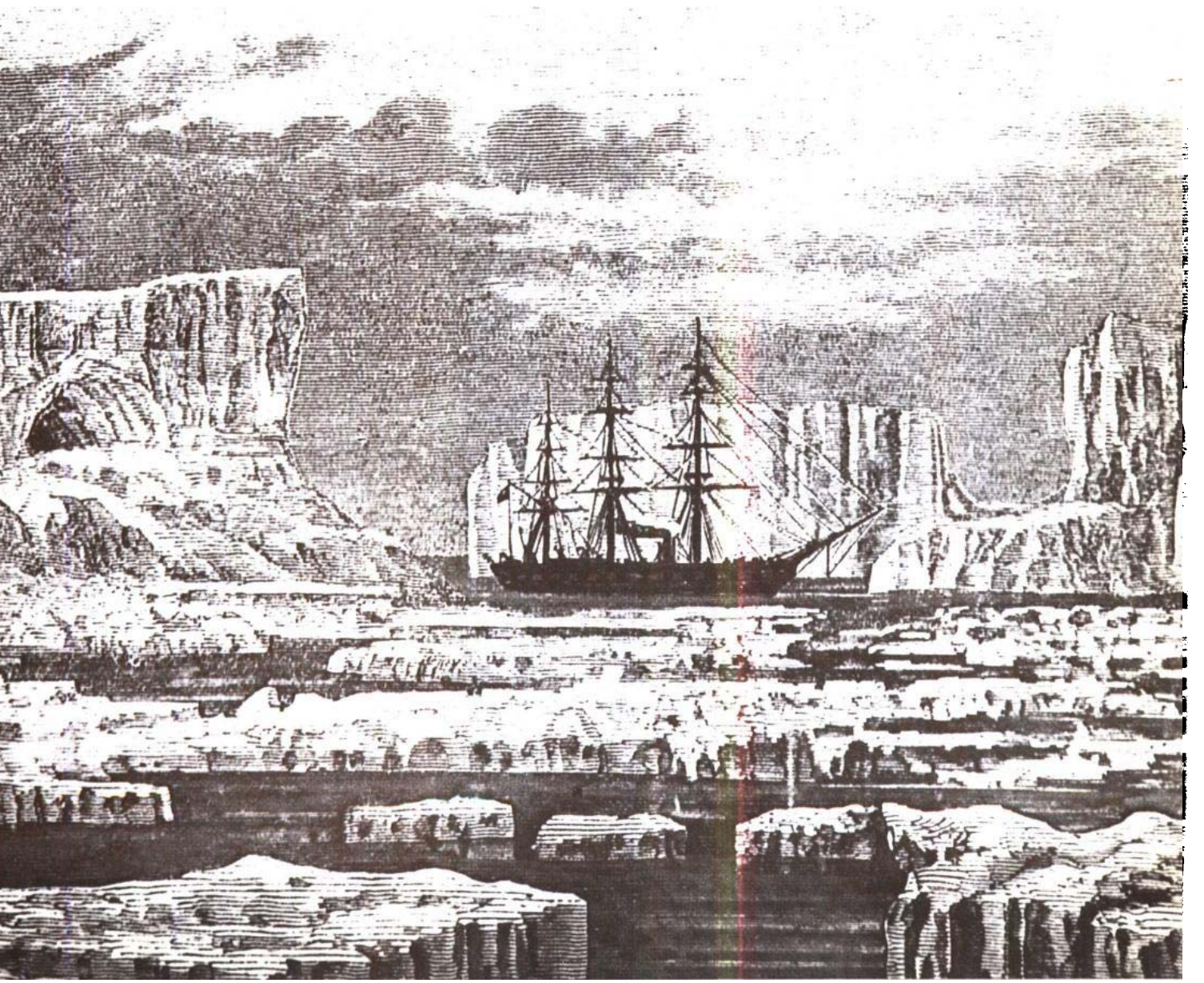
的浚渫機，拖網捕獲六〇〇呎深至一四〇〇呎深的海洋生物。他發現生物分佈最多的水層是在一二〇〇呎至一二〇〇〇呎深之間，其中有四二〇〇呎（從一八〇〇呎到六〇〇〇呎之間）棲息了各種各樣的生物種族。

另外一位終身獻予海洋研究的是摩納哥皇太子亞伯特一世，他從西元一八八五年到一九一五年，搭乘自己的遊艇到地中海、大西洋探險，並將自己的研究結果，寫成好幾部書，對協助大衆注意海洋學的功績不可沒。西元一九一〇年，他在摩納

哥設立了世界最著名的海洋博物館。

這些初期的拓荒者，研究的範疇大部分是在較暖和的水域，但是極爲寒冷的北極海域，也有人前往探險；西元一八九三年，全長三八四公尺的福拉瑪號，從挪威卑爾根起航，在挪威動物學家南森・佛雷特福指揮下向北航行。三年之間，南森向險惡的北極挑戰——在福拉瑪號越過無限大的冰原後，便開始漫長、艱苦的徒步旅行。從一開始福拉瑪號就被封在冰河中，船被封閉後的三十五個月期間，船上的人員從事各種科學工作：測定海面或海水溫度，透過在冰中打洞的洞口測量深度，研究有關氣象學的環境

▲西元一八七三年三月六日，在大西洋中部發現被海藻纏捲的深海魚幼魚（安第腦斯種，體長七・六公分。）

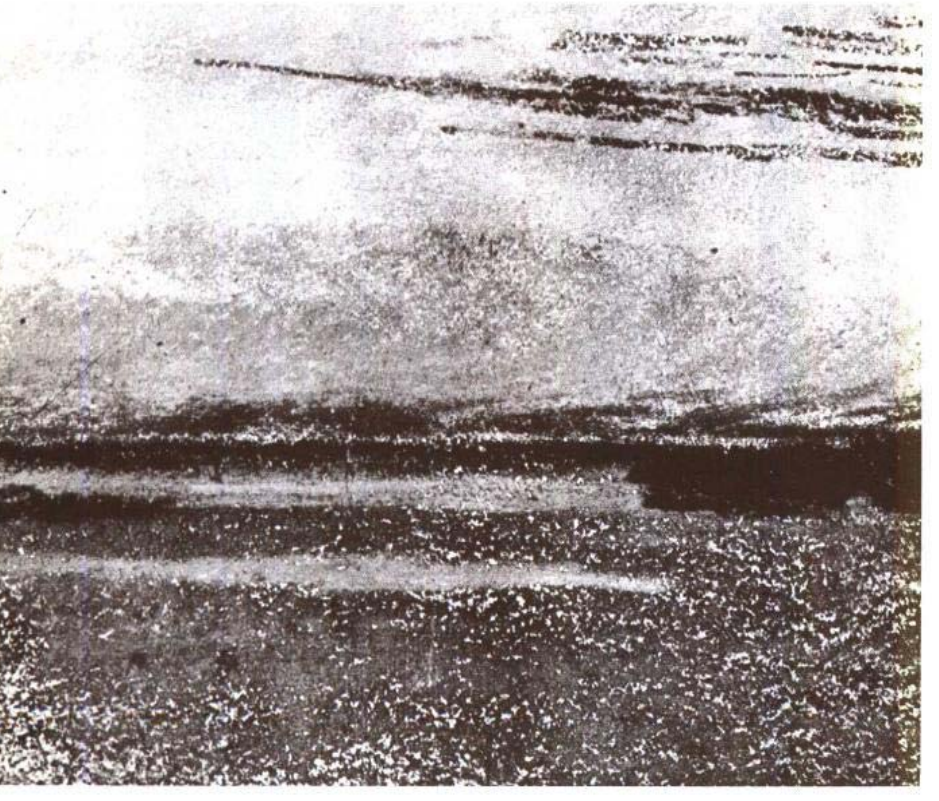


條件，每隔三天便測量隨冰河漂移的船隻位置。

南森發現，北極海北部與一般學者的猜測不同，它並不是淺海。因爲測深儀器曾數度碰到比一二〇〇〇呎還深的海底，同時，這些海域並不是無生物層。西元一八九四年五月，福拉瑪號乘員觀察現在被稱爲「初夏的浮游生物花盛期」，許多生物在融解的冰下活動，無數的硅藻類成群地繁殖著，在冰上形成了褐色的斑點。在顯微鏡底紛紛出現各種藻類，是鯨魚等北極動物的食糧——食物鏈的金字塔底。

西元一八九五年三月十四日，南森和一位同伴計劃用狗橇深入探險區，那時福拉瑪號位於北緯八十三度四十七分——距離北極約七七三公里——這兩位探險家到達尚無人類蹤跡的地球上最北之處四三五公里以內，但由於冰雪之故，不得不折回。

西一八九五年八月，他們到達法蘭斯約瑟夫・蘭德群



◀南森以臘筆描繪北極附近「深夜的太陽」。北極的夏天是永晝，太陽整日照耀。

島，在此，因爲被冰封閉，被阻隔了九個月，在得英國北極探險隊援助後才脫離險境，福拉瑪號也因而獲救。

南森表現了海洋學家爲了探知海洋生物，不怕危險地向海洋挑戰的勇氣。但是人類無止境的勇氣與永不滿足的好奇心，並不因爲這些成就而自豪，爲了親自觀察海洋裏的奧秘，更展開了潛入黑暗深淵的計劃。

▲挪威探險家南森．佛雷特福——西元一八九四年夏天在福拉瑪號船首拍攝的相片。福拉瑪號是爲調查北極海盆探險工作而特別建造的，能耐北極冰寒，因此船被冰封住時，船上的人員，仍能從事科學性研究

4 海底世界

▲畫家達文西（一四五二年～一五一九年）所創的海中呼吸裝置，將與海面浮標連接的呼吸管，裝在潛水夫面具上

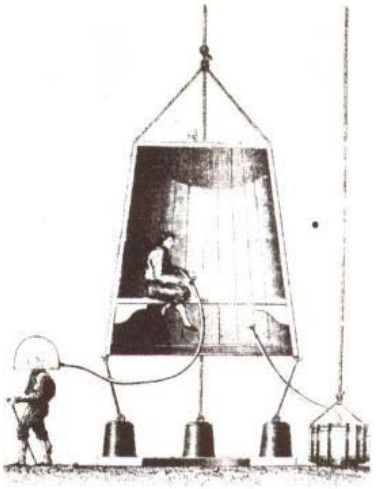
▶潛水員正在完全與海面隔絕的二〇六呎深處，但由於身上背有潛水裝備，能在海中自由地活動　這是從美國海軍海底觀測室愛海二號圓窗拍攝的景像

人在水裏，就如同魚類在陸上一樣；如果不浮上水面呼吸新鮮空氣，便無法在水裏停滯二、三分鐘以上。根據記錄，古代希臘的潛水夫，不使用呼吸器具，便能潛水四、五分鐘，但這只能在較淺的水域、同時保持靜止不動的條件下完成。西元一三〇〇年到一四〇〇年，人們再度關心海洋時，已經有了能在深海裏呼吸的裝置。

首先研究這種裝置的是達文西，他是文藝復興時代（歐洲西元一三〇〇年到一五〇〇年）最優秀的人物之一。他所設計的水中裝置，是一種裝在頭上能抵抗水壓的頭盔，盔上裝有可伸出海面與浮標相連的呼吸管，並戴上玻璃潛水眼罩，而且在金屬頭盔上釘上許多大鐵釘，以避免海中怪物的接近。

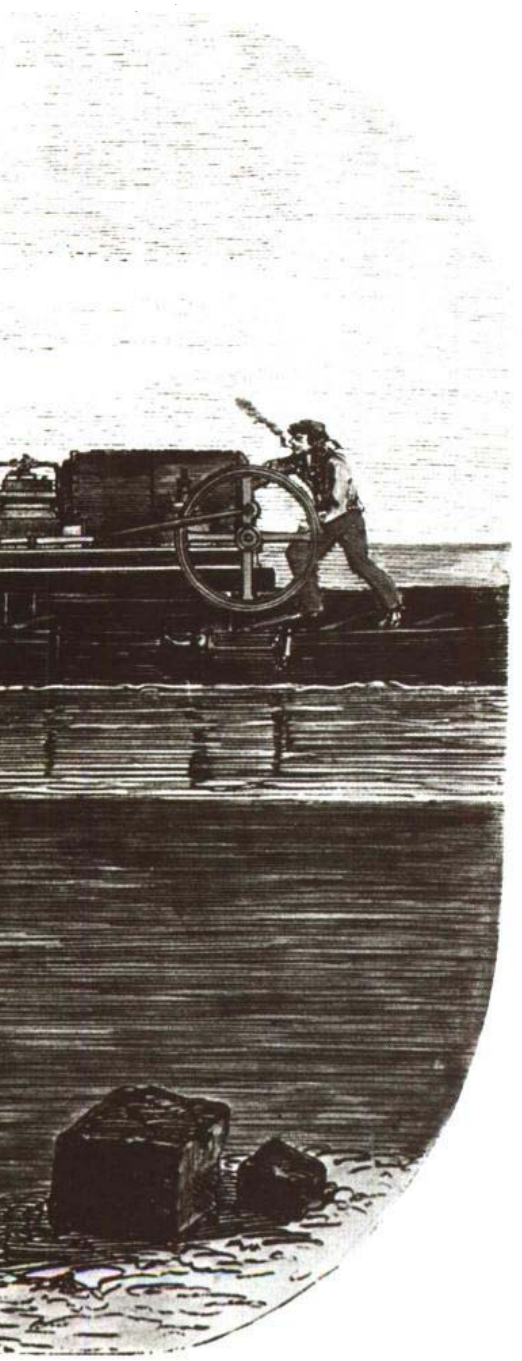
達文西同時設計了有蹼

的手套和蛙鞋，但他沒有實際試驗過自己發明的器具，否則他將會發現許多意想不到的缺點。戴上達文西呼吸管的潛水夫，潛至不超過五呎處，一定會窒息而死，因爲在那個深度，胸部所受的壓力使得肺不能充分擴張，以致無法吸收空氣。



西元一六九〇年，艾德蒙・哈利發明了在鐘裏輸送壓

◀西元一九六〇年，艾德蒙·哈利所發明的潛水鐘。鐘內的空氣體積隨著壓力增加而減少，這時，鐘內與周圍壓力相等，吊在鐘外的桶子，使用管子送來空氣；圖上，描繪一個潛水夫使用獨立鐘工作的情況（獨立鐘的空氣來自主鐘）。



縮空氣的方法。他發現，如果潛水夫所呼吸的空氣，與他周圍的水壓相等的話，他的胸部就不會受水壓的影響，並能正常呼吸。哈利就以這觀點作爲製作潛水鐘的原理。潛水鐘由鋼鐵製成，但無底部，鐘下可容納一個或二個潛水夫。潛水鐘深入海裏時，水的重量會將鐘內的空氣壓縮，潛水夫就能在鐘內暫時地吸些空氣。可是潛水鐘降至某一深度後，鐘內部的水面逐漸上升，能利用的空氣便漸漸減少，這是因爲水壓壓縮了鐘內的空氣，使得內部的氣壓上升；例如在三十三呎深時，鐘內的空氣壓縮成原來空氣體積的一半，壓力從一氣壓（每平方公分有一〇三四公克空氣）變成二氣壓，在六十六呎深處，體積只成原來的三分之一，壓力變成三氣壓，深度每增加三十三呎，就增加一氣壓。但是鐘內空氣體積的減少，並不成一定比率，在比六二七呎較淺處，鐘內空氣只成原來的二十分之一，壓力可達二十氣壓（每一平方公分有二十・六八公斤空氣）。

如果鐘的高度有十呎，在深六二七呎處，鐘的內部空氣只有十五公分，因此，這種裝置就不太實用了。因爲潛水員在裡面無法自由活動。爲解決空間問題，哈利再度研究發現，如果能從海面上不斷傳送與水相等壓力的空氣，那麼內部的水面便不會上升。他用兩隻軟管裝在潛水鐘上，空氣因水的壓力透過管子進入鐘內，潛水員只要打開栓蓋，便能獲取所需要的空氣。

哈利不斷的親自試驗自己的發明，發現潛水鐘有不理想的地方時，馬上加以改善。因爲鐘內的坐椅，妨礙潛水員的視野，於是哈利想辦法使潛水員能呼吸戴在自己頭上

◀十九世紀中葉的改良型潛水鐘　從海面利用手搖式打氣筒，將空氣供給鐘內側的人

▲西元一八一九年，奧古斯都·希普所發明的潛水鋼盔　由水面上輸送壓縮空氣供予呼吸，這種鋼盔是現代堅固的戴帽型潛水服的前身

的獨立小鐘內的空氣，於是，他發明了潛水服。

人體肺部受到強力水壓時，無法呼吸普通空氣，因此，初期的潛水服設計家們，著重在危險的壓力下如何保護潛水人員的問題。他們開始研究製作鐵製甲冑般的潛水服。

英國人約翰·雷斯布利吉是首次使用此種新型潛水服者。他曾受聘潛水尋找沈沒的船隻上的財寶，具有豐富的潛水經驗；他使用的潛水裝置用鐵片製成的，是皮製袖子的如樽般的潛水服，背後是用螺絲釘拴住，他只能從直徑十公分的小窗看望外面。工作人員用繩纜將他放入海底，他利用樽內的空氣，在海裏停留了三十分鐘後，由助手將他拉上海面，利用打氣筒送補新鮮的空氣。就這樣反覆作息，他在水裏工作了六小時。這種潛水服是不能扭轉的，

▶在海底尋找珍珠的潛水夫

因此必須不斷地使臉部向下。自西元一七一五年開始潛水生涯，到西元一七四九年，他曾創下潛至七十二呎深的記錄。

西元一八一九年，奧古斯都・希普發明了一種潛水服，這是現代附帽潛水服的原形。西元一八三七年完成了製造完全的潛水服，這是能夠自由拆除鋼盔的橡皮製不透水潛水服，鋼盔上裝有空氣的進出口，由協助人員在甲板上以打氣筒供給壓縮空氣。由於希普的發明，使得潛水員可以潛至三〇〇呎深處。第一位利用希普的裝置探險海底的是科學家亨利・米倫・愛德華，他是法國的動物學家，西元一八四四年，在西西里島外海潛水，採擷棲息於地中海的生物標本；亨利多次從事這項工作。潛水服的發明雖大大便利了科學家對海洋的研究，可是初期仿傚他從事潛水探險的科學家卻寥寥無幾。

十九世紀中葉，潛水服已有了改良，但仍必須靠著海面供給空氣；到了西元一八六五年，法國採礦技師布諾瓦・魯魁洛爾和一位海軍士官奧邱斯特・杜涅魯斯，設計了能讓潛水員自由活動的裝置。他們將裝滿壓縮空氣的金屬罐子，安裝於潛水者的背部，其上裝了兩個調節活門，其中一個活門是送出空氣，另一個調節活門將潛水夫呼出的空氣排出。

這項發明雖然了不起，可是因有些障礙而無法成功；這是因爲當時無法製造能耐深海水壓的金屬罐子，所以魯魁洛爾和杜涅魯斯只好仍使用原來的裝置，以長長的管子輸送空氣。完全脫離輸送管的潛水，在七十八年後才得以實現。

魯魁洛爾和杜涅魯斯改良的潛水服，雖然無法完全成功，但是裘爾・貝魯穆的小說「海底二〇〇〇〇里格」的

▲頭戴鋼盔的潛水夫在海底尋找財寶的情況，這是採自少年刊物裡的插圖。

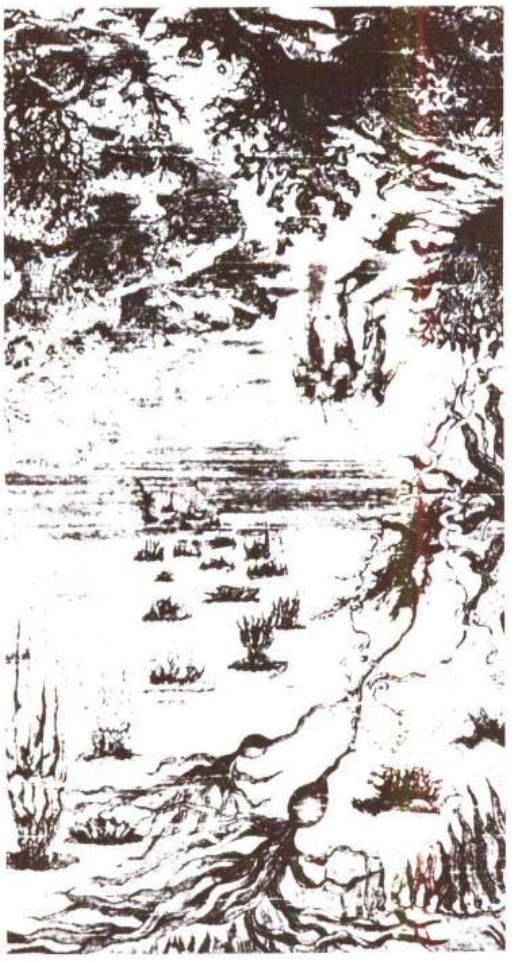
主角在海裏旅行時，便使用他們的裝置！

裘爾・貝魯穆的著書在十九世紀末葉，喚起了大衆關心潛水夫的安危與在水裏生活的方法。瞬間，潛水成了畫家、發明家、漫畫家最熱衷的話題。技師、設計師爲建設港口、橋樑的海中基台時，便開始使用潛水服或潛水鐘進行工作。然而，就在人類開始親近海洋時，一連串無法說明的事故又妨害了潛水術的進步。

很多海中工作者，突然患了莫明的疾病，身上的肌肉、關節劇痛不已，還有嘔吐、昏沈、耳聾的現象，有些人則神經異常或麻痺……。潛水界因此死了很多人。

經過解剖之後，才發現潛水人員在海中呼吸了空氣中的氮氣，氮氣不斷地進入血液或組織中；他們在海裏愈久

◀裘爾・貝魯穆所著的「海底二〇〇〇〇里格」改編拍成電影的一景　貝魯穆在西元一八六五年，以法國人發明水中呼吸裝置爲主題，寫成這部書。

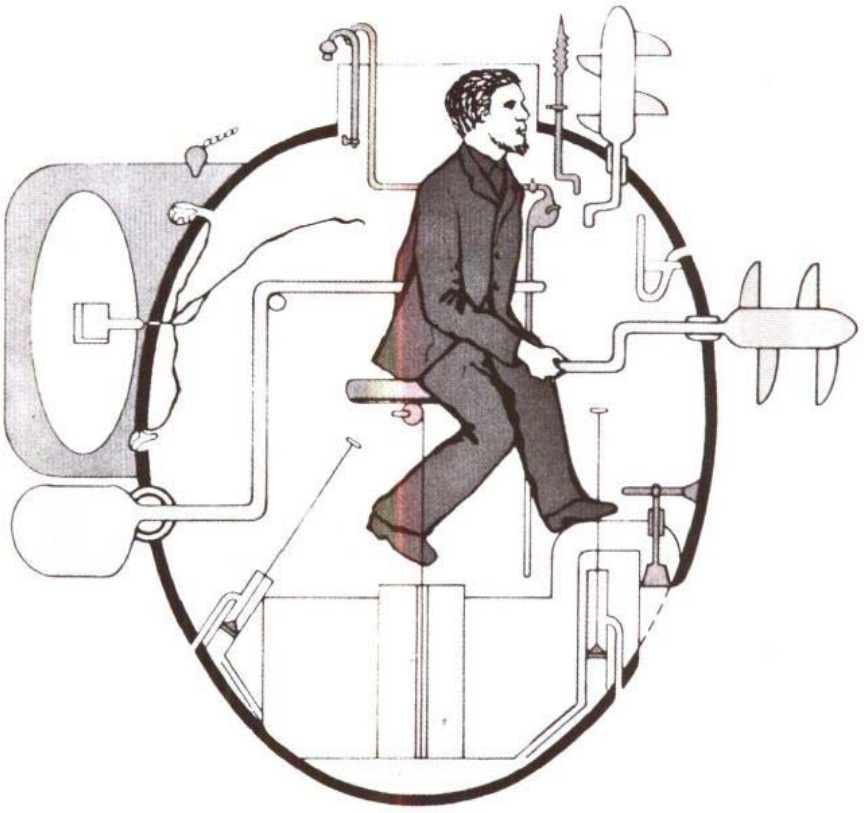


▶貝魯穆所著書中的插圖，描寫在海底探險的潛水夫。

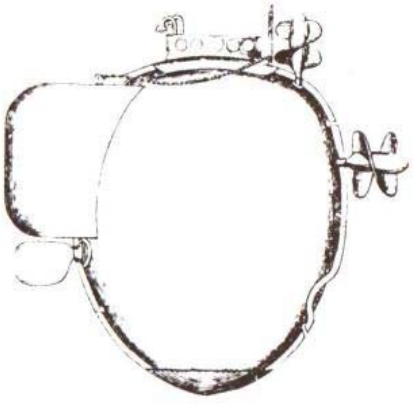
，或潛水愈深，就有更多的氮氣進入血液或組織裏，而回到海面上後，現象恰好相反，氮氣會被運回肺部，再與吐出的氣體一起呼出；可是由於潛水員突然從水裏冒出來，壓力急速變小，殘留在血液或組織裏的氮氣形成氣泡，而這些氣泡就是潛水病的致因，這些氣泡阻礙了血液流到腦部或心臟，而引起了無法痊癒的疾病或死亡。

這種現象直到西元一八七〇年才被法國生理學家保羅・貝爾所發現。貝爾說明爲了預防這種疾病，潛水人員回到海面時，必須以緩慢的速度上升，讓易溶解的氮氣一點一點地排出，才不致產生氣泡。由於貝爾的研究，西元一九〇六年潛水階段式上升方法的減壓表問世。但是爲了減壓，使得潛水的工作時間量、潛水深度受到嚴重的限制，

▶大衛・布修尼爾的潛水艇達托魯號之剖面圖　乘員不僅要開動船舵，同時也要忙著轉動兩支螺旋槳的軸，布修尼爾在西元一七七六年創造了這艘潛水艇，並在美國獨立戰爭時爲了爆破敵人的船隻，將火藥藏在舵上面能分離的部分



▼布修尼爾的潛水艇的外觀

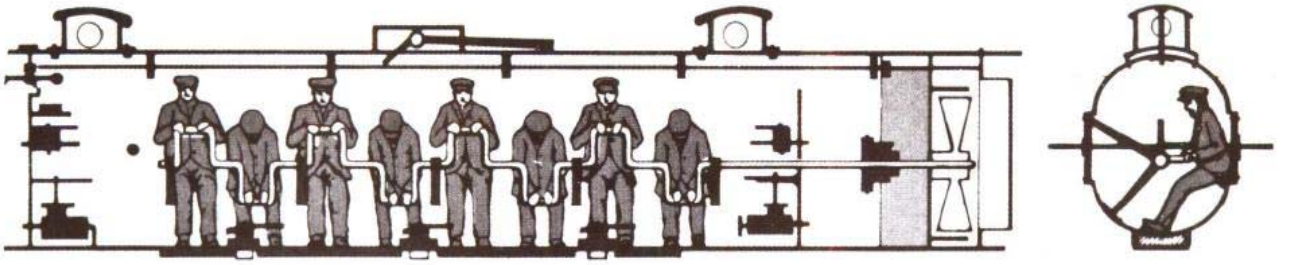


例如：潛至六〇〇呎深處只停留四分鐘，就必須花費十一個半小時的時間作減壓才行。

這個問題到了二十世紀初期，仍然無法解決。不過這時的潛水術已被利用作解救潛水艇乘員的生命。

從達文西時代以來，潛水艇與潛水服的研究，同時進展著，有人認爲達文西也有計劃海中軍艦的藍圖，只是他嚴守這項計劃的秘密，他曾記載：「因爲人心存有太多的邪惡，如果讓人們知道海中航行的秘密，他們一定會毫不猶豫地使用海中航行船隻，在深海裏播下殺人的種子。」

歷史證明了他的想法是正確的，西元一七七六年，大衛・布修尼爾發明的潛水艇便用於美國獨立戰爭。這艘達托魯號，狀似海龜，是由一個人用手轉動曲柄，使兩個螺旋槳——一支使船前後移動，另一支是使船上下移動——



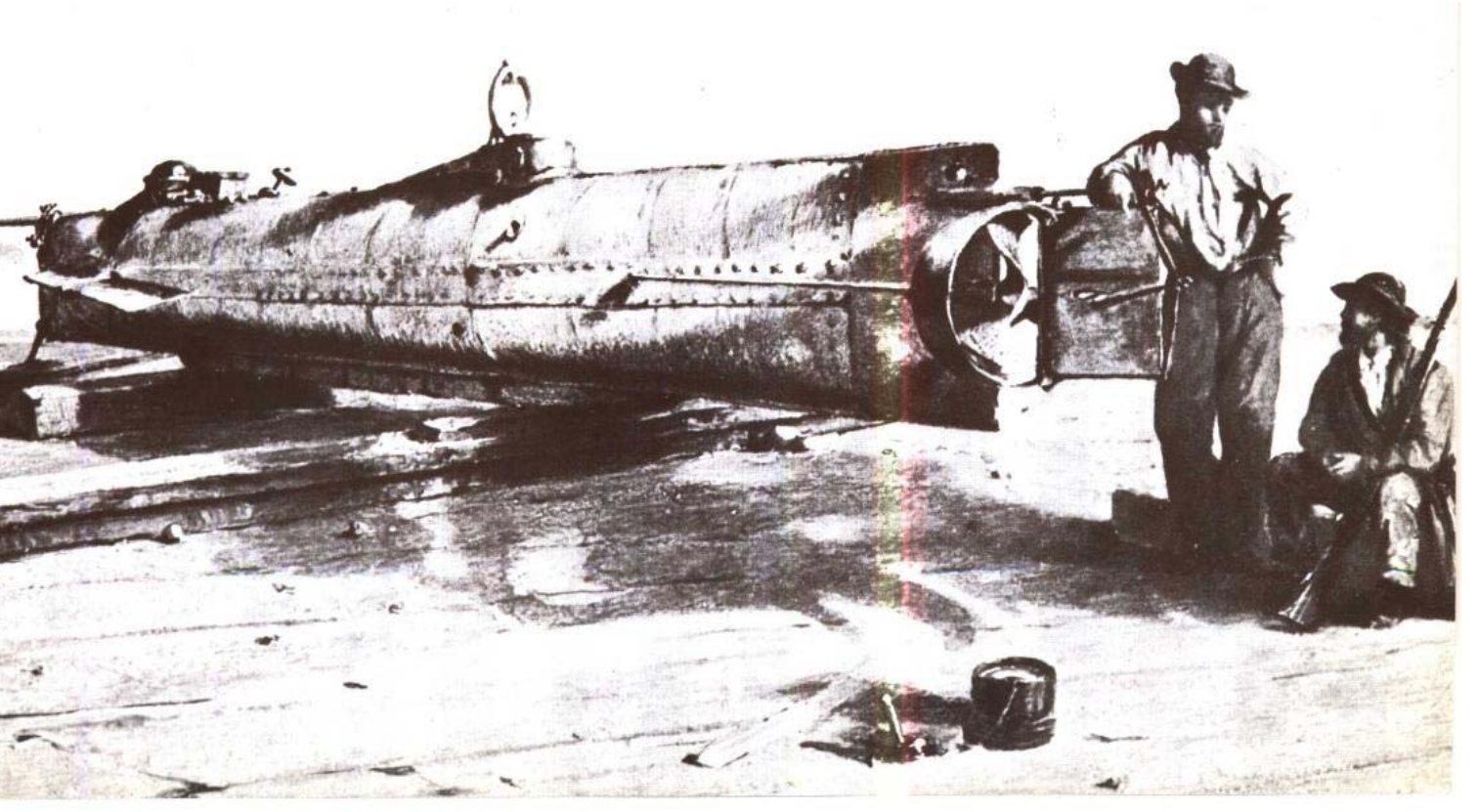
▲南方同盟亨利號的兩個不同方向的側面圖。這艘潛水艇造於西元一八六三年，和達托魯號一樣，是用手運轉，由八個人合力轉動直接與螺旋槳連接的曲柄。

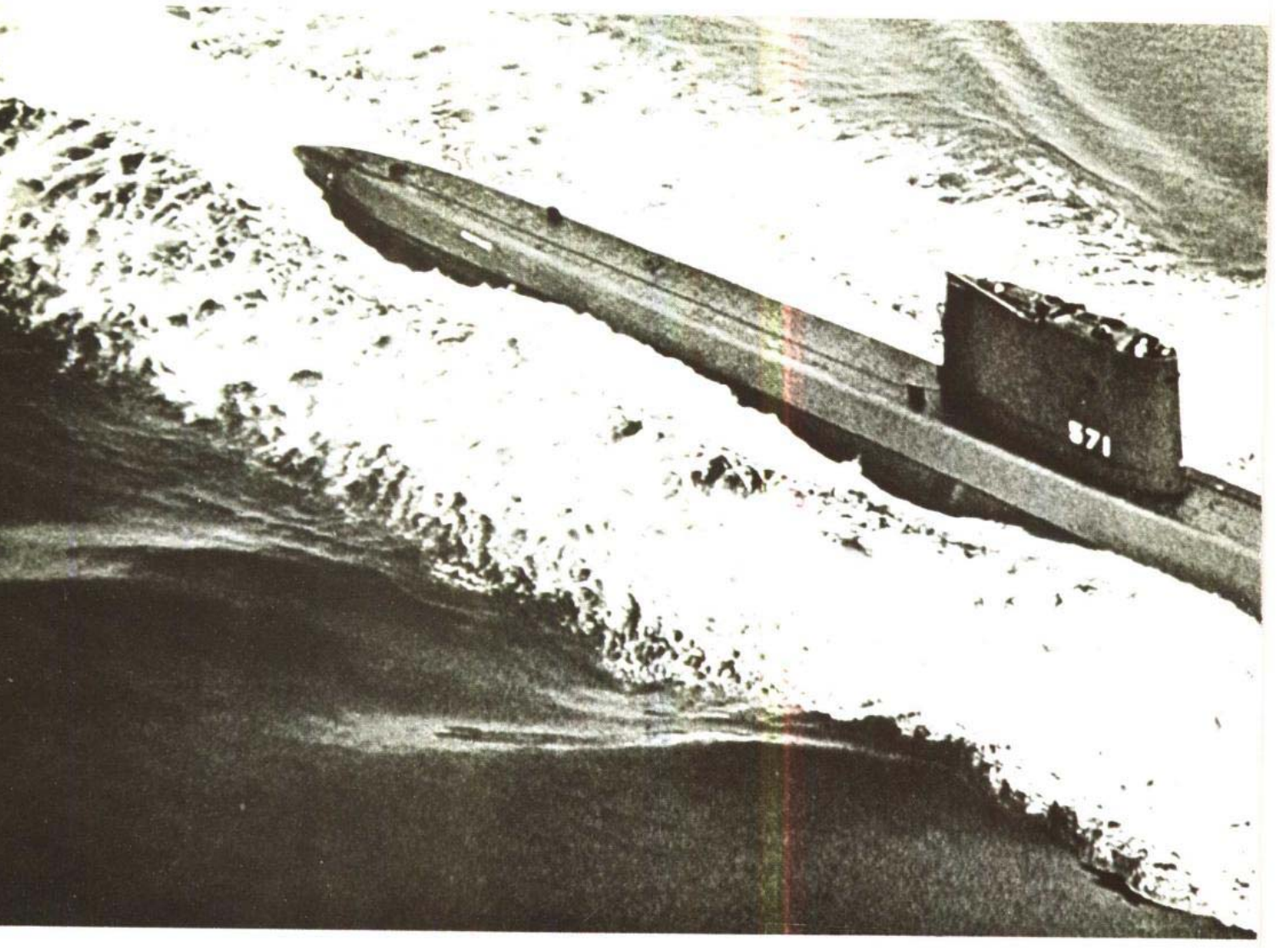
轉動而航行的。布修尼爾爲使駕船者能在敵人船身上裝上火藥而設計此艇，達托魯號雖然使用爆破裝置攻擊在紐約港的英國艦艇，可是並沒有成功。

達托魯號的設計，後來經美國技師羅伯特·福爾頓的改良，於西元一八〇〇年，創造了兩艘潛水艇——諾蒂拉斯號和繆德號；福爾頓相信，潛水艇有助於結束海戰或海盜行爲，可是他的兩隻潛水艇，均未被用於戰爭。

首先擊沈敵艦的是南方同盟亨利號，在美國南北戰爭時，西元一八六四年的二月十七日，亨利號將封鎖南卡羅

▼南北戰爭時所用的亨利號之油畫。此艇於西元一八六四年二月十七日在南卡羅萊納州的查理斯敦港，將北方同盟的船隻巡洋艦郝斯阿托尼克號擊沈，是第一艘擊沈敵船的潛水艇。





萊州查理斯港的聯邦政府戰艦郝斯阿托尼克號擊沈。

亨利號和所有的初期潛水艇一樣，是用手轉動螺旋槳，十九世紀末葉，發明家們開始實驗用壓縮空氣、蒸汽、電力開動船隻。

西元一八九八年——新澤西州的一位愛爾蘭移民約翰·P·賀蘭創造了一艘潛水艇賀蘭號，這艘潛水艇在海面上使用汽油引擎，到海裏便用電力航行。賀蘭號在西元一九〇〇年被美國海軍購買，成爲美國海軍的第一艘潛水艇。

德國在西元一九〇七年以前，從未建造潛水艇，但是在第一次大戰中，在海戰發揮強勁威力的卻是德國的U型

◀世界第一艘核子潛水艇鸚鵡螺號。鸚鵡螺號重三〇〇〇噸，在西元一九五八年完成了歷史性的偉大航行，由北極冰原下方潛航，在海圖上重新寫上一條從日本到歐洲的海中航路，縮短了七八四〇公里的航線。

艇；戰爭時各國拼命地建造改良潛水艇，同時極力研究救助遇難潛水艇船員的救生裝置。西元一九五八年，美國的核子潛水艇鸚鵡螺號航行於北極下方，完成歷史性的偉業時，人類仍然尚未發現如何救助超過六〇〇呎深的遇難艇的方法。

潛水艇主要是爲軍事目的而設造的，因此對探查深海世界的貢獻並不太大。從潛水艇內，所能眺望的視野有限，到達的深度也受到限制；探險深海時所需要的新器材，必須克服深海裏可怕的壓力，因而要有非常堅固的艇身才行。

▼美國海軍核子潛水艇喬治·華盛頓號上的飛彈發射室　這種潛水艇在軍事上扮演非常重要的角色，但對海洋探測卻無多大貢獻。

5 深海的無人帶

西元一九三〇年以前，沒有人能夠深入六〇〇呎以上的深海裏，但就在這一年，人類終於突破這個深海的無人禁地，這是由於新型船隻的發展所致，也由於這些船隻的發明，使得鳥類學家威廉·畢比轉向海洋生物學的研究。

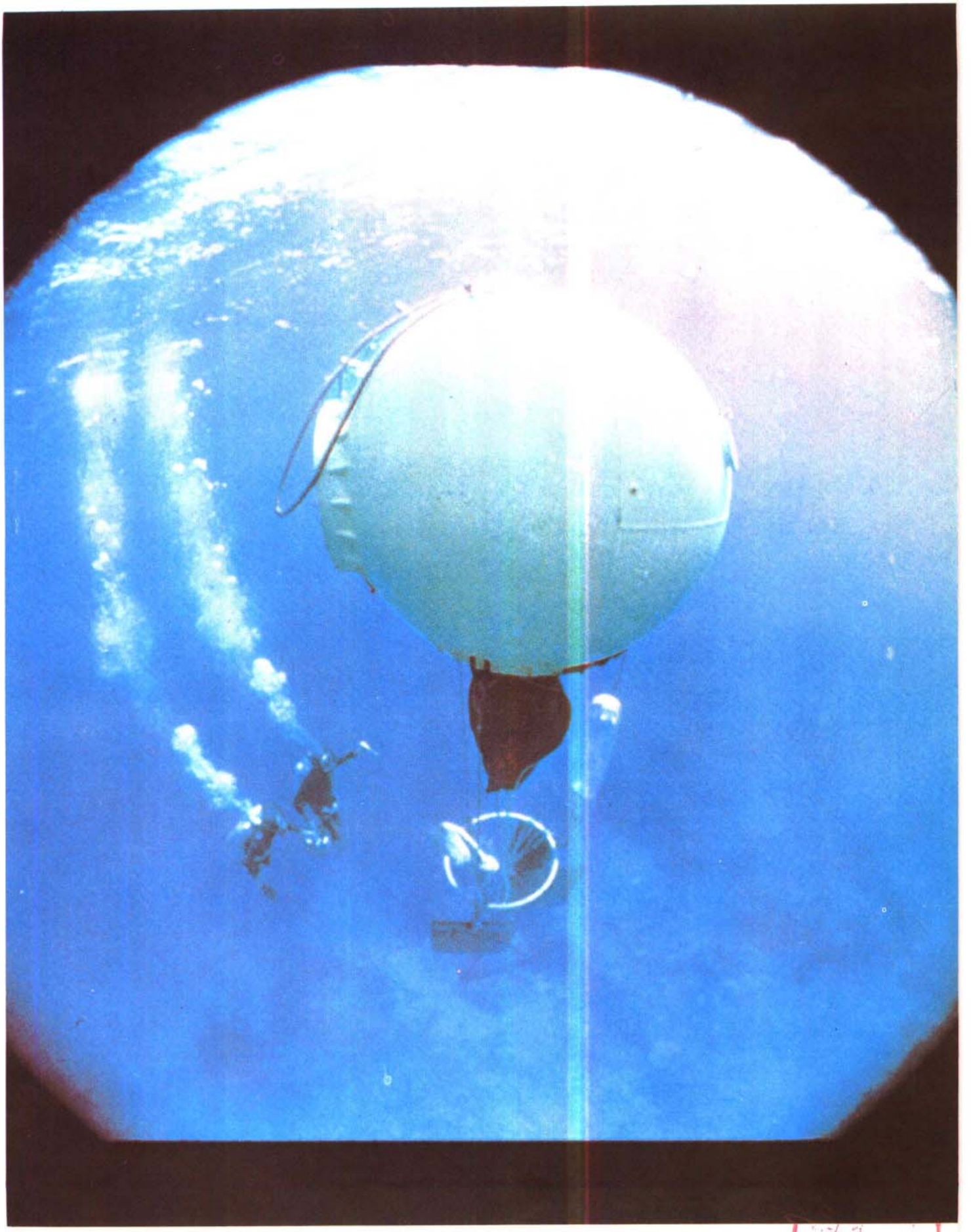
畢比長期詳細的探究海洋深部，他的目的是要探查棲息海底的海洋生物。爲達到這個目的，他數百次地潛入海裏。雖然他穿著安全的附帽潛水服，但仍受深度的限制，畢比用鋼繩潛入海地島水域下六十三呎深海底。透過頭盔上的玻璃眼罩，他看到了許多珍貴而且色彩豐富的魚類及其它海洋生物，這些海中珍物在他眼裏，如箭般地在水裏游行。畢比在「海中下降半哩」一書中如此寫著：

「當我向下看時，看見了像火星、金星世界般的未知世界——有珍貴豐富的生物，這使我感覺到，漫遊於海中無人帶的願望將要兌現了！」

畢比了解穿著潛水服潛水，是無法更進一步深入海洋的，因爲水壓會阻礙他的行動。爲了克服這種障礙，勢必發明平均一平方公分能耐四十公斤壓力，而且能裝載一人或兩人的寬敞乘坐物。

爲了完成這個構想，畢比決心延請曾經做過深海探險用的鋼球技師歐提斯·巴頓和設計師約翰·H·J·巴德拉二人協助。三個人共同努力下，重新製作裝備，改良裝置，畢比將新的裝置取名爲「深海潛水球」。

「深海潛水球」直徑一·四五公尺，球壁厚三·一七公分，每一平方公分能耐一〇五·五公斤以上的壓力——



▲在淺水海域實驗現代深海潛水球的情形。如果試驗成功，它將裝載工作人員到幾千呎的深海裏。

▲美國自然科學家兼作家威廉·畢比，和技師歐提斯·巴頓、工業設計師約翰·H·J·巴德拉，共同爲克服深海障礙而建造了深海潛水球。西元一九三〇年六月六日，畢比和巴頓進入自己所作的鋼鐵製球體，到達八〇〇呎——比以往人類下降深度還深二〇〇呎。這張相片是畢比第一次潛水成功後所拍攝的

▼一九三〇年代連有頭盔的潛水服。畢比穿戴這種潛水服在淺海潛水已感到不滿足，他還想潛至更深處。

與海面下三四〇〇呎深度壓力相等——相當堅固。船體重達二四五〇公斤；它與軍事用潛水艇不同，潛水球上裝有圓形的窗戶，窗厚七·六公分，以溶解的石英做成玻璃，石英是人類所知物質中最堅硬的透明體，它能反射任何波長的光，每一個窗戶直徑二十·三公分；深海潛水球內備有氧氣筒可自動供給氧氣，乘員身上散發出來的濕氣，會被裝在盤裏的氯化鈣吸收，而盤內的碱石灰（氧化鈣與氫氧化鈉混合劑）能吸收迷漫於室內的二氧化碳。

另外還有聯絡用的管子，連接深海潛水球和海上的母船，管內的電纜能供給發動電力機械與探照燈所需的動力，同時爲了畢比進入深海時，能詳細地記事，因而裝上電話線。最後，深海潛水球被粗二·二公分、長一〇·六公里的鋼鐵製電纜線吊入海裏。

潛水球究竟能深達何處？對於這個問題，在西元一九三〇年六月六日得到了答案。當天，深海潛水球被裝在大型舢舨淑女號的甲板上，運到百慕達溫暖的外海，淑女號本身被拖船福拉蒂斯號拖到外洋。在此以前，深海潛水球爲適應這次深海旅行，在同樣的航線裏作了多次的潛水試驗，不過球內並沒有工作人員。這些準備是爲了從事史無前例的深海探險。

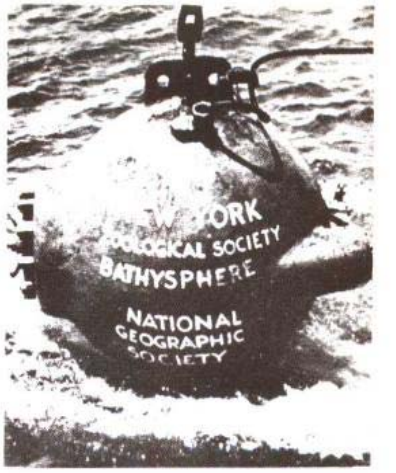
午後，畢比和巴頓進入深海潛水球直徑三五·六公分的圓形出入門，甲板上的乘員，把一八〇公斤重的蓋子用巨大的螺絲釘和螺絲帽鎖好，潛水球便完全被密封。

沒有人能預料潛水時會遭遇到什麼樣的危險；他們像是被囚禁在鋼鐵製容器內的犯人一樣，無法抗拒深海潛水球劇烈的搖動。他們被海面的大波浪沖擊隨著母船上下搖動，在電纜緊緊拉引下，狂亂地動盪著，如果電纜拉力超過限度，一旦拉力過大，深海潛水球將會像石頭般地滾入

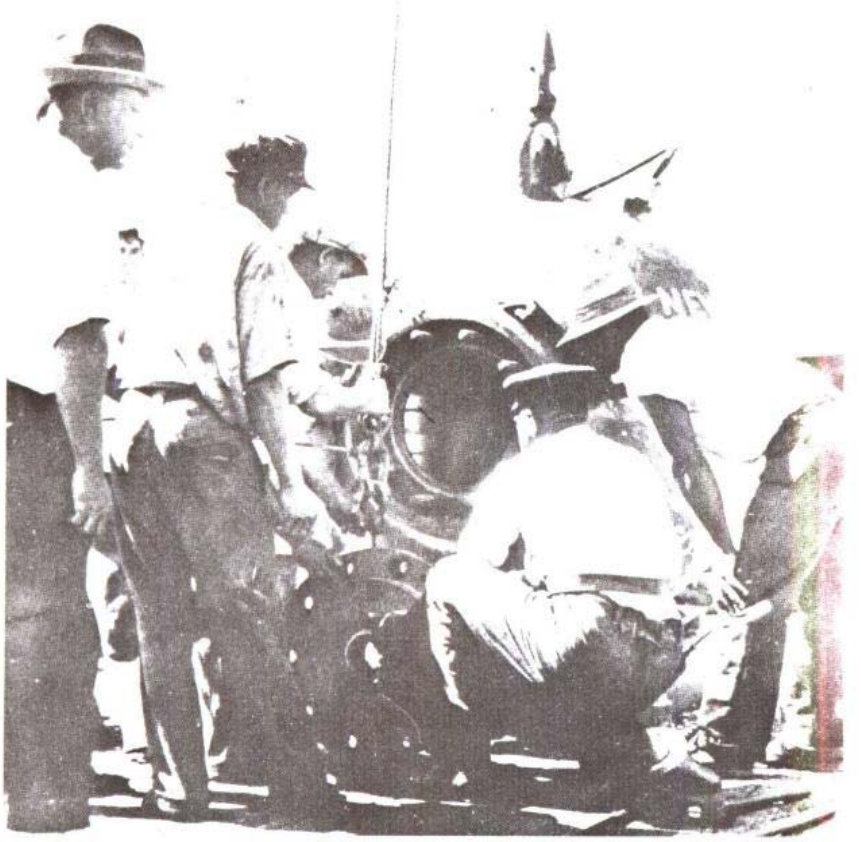
海底。

當畢比眺望海面下世界的瞬間，他忘記了恐懼。畢比在他的著書中寫著：

「在五十呎深處時，我看見我的周圍被朦朧的青綠色包圍，我無法相信這竟是我穿戴潛水鋼盔潛水的界限。」



▲從海中被拉上海面的深海潛水球。



◀西元一九三四年八月十一日，創下潛水二五一〇呎深新記錄的深海潛水球。在旁邊監視的淑女號乘員，正把門打開，讓畢比和巴頓走出球體。

▼西元一九三四年，在百慕達外海潛水二五一〇呎深後，由深海潛水球裏爬出的威廉·畢比。這是畢比和巴頓一連串潛水中的一次。

到了一〇〇呎深度，光線逐漸減弱，「如塵埃般細小的生物」從窗外游過，更令人吃驚的是在三〇〇呎深處，竟有水滴從彎曲的門縫滲入。

「我把滲入的海水擦掉，可是海水仍不斷地滲入，我相信門是堅固的。我知道每下降一呎，球體內部的壓力會一點一點地增加，因此，我打訊號給母船，要求快速下降。」

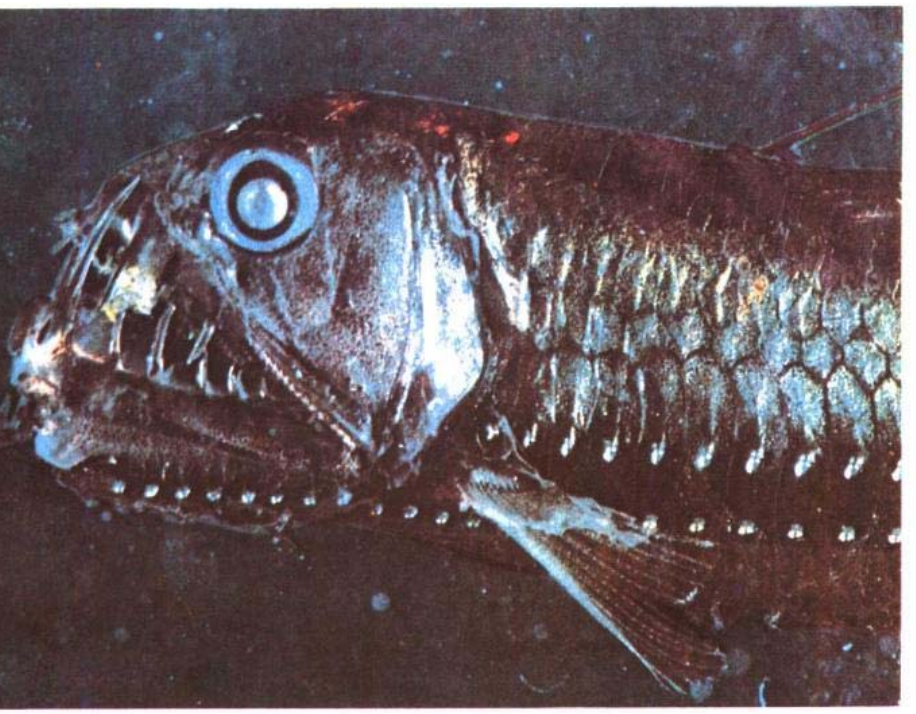
二分鐘後，潛水球通過四〇〇呎到達五〇〇甚至六〇

▶棲息在深海裏的紅蝦（喜絲提拉必斯種）抓住體長三．六公分的小魚（塞可魯松種），它們都具有發光器官威廉．畢比在一〇〇〇呎線深處潛水時，經常看見這些生物。

〇呎的深處，滲入球內的海水量沒有增加，在七〇〇呎處畢比記著：「只有死人才能潛入比此更深的海洋」，他們在這裏停住而不再下降；畢比對外面的海水如是描述：「不同於上方世界所見的任何顏色，是一種無法形容的半透明藍」。打開探照燈，看見了一些從未見過的魚類在光線裏游動著，關掉燈後，發現許多發光生物把海水染成令人害怕的光點。

深海潛水球再次地潛往更深的海底，「薄明帶逐漸變深了——從深藍色變成黑藍色——」「八〇〇呎」海上的工作人員透過電話傳訊著，畢比回答：「停下來！」深海潛水球已達處女航海的「最深的深度」。

從此以後的四年間，畢比和巴頓進入深海潛水球潛水達三十次之多，其中在以西元一九三四年八月十五日百慕達附近第三十二次的潛水最富戲劇性。一九三〇年代初期的一連串潛水活動中，兩位海中探險家直入一四二六呎深度；西元一九三三年，深海潛水球在芝加哥「進步的世紀



◀上顎長滿又長又彎曲牙齒的蝮蛇魚（體長二十五公分以內），據畢比報告，他在一〇〇〇呎深度時發現了七條這種魚，這種魚開口時，內側的光芒會將甲殼類或小魚誘進來。

博覽會」會場展示，博纜會結束後，國立地理學學會立刻要求支援新的一連串深海潛水，第三十二次的潛水，應該算是畢比和巴頓探險系列的最高潮，不論是潛水的深度、觀察生物的數目都超過以往所作過的記錄。

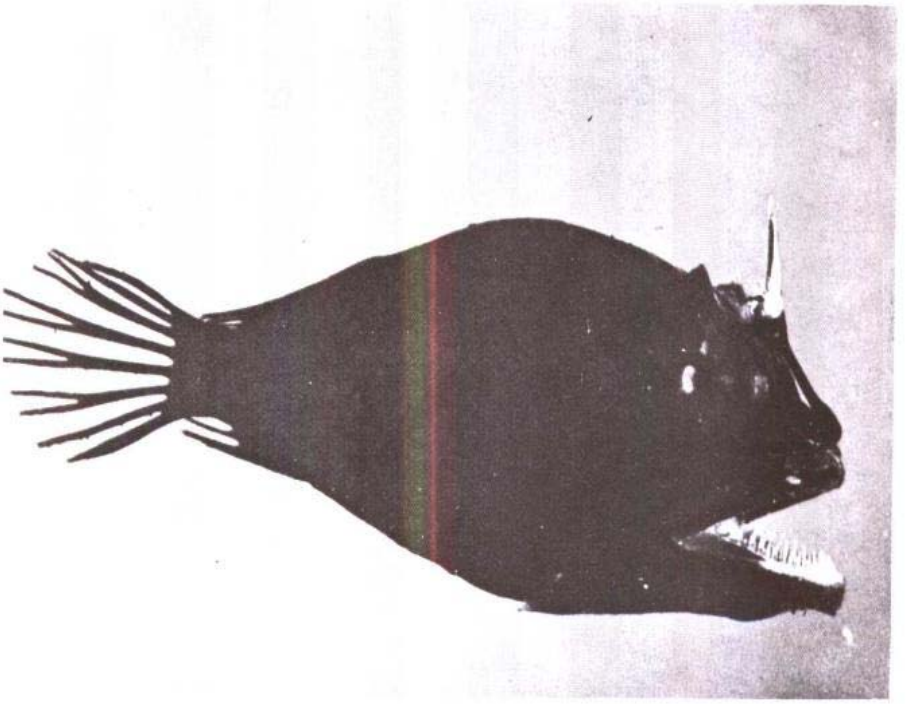
對於這次潛水，畢比有如下的說明：「每多潛入幾呎，便遇到令人驚訝的新現象——生命並沒有如預期中那麼豐溢活躍，但所有生物的數目卻令人難以置信。在一〇〇〇呎深處，我清楚地看見幾條淡綠色的光線和輪廓鮮明的蝦子……。偶而出現的美拉諾斯托米阿地特龍魚（鯊虎魚之一種），發出燃燒般耀眼的光線，同時我們也看見名叫沙普菲利娜的魚兒發出小小如珍珠般的光點，而可培普達（小小的甲殼類）的顏色，使我們聯想起日光的幅射…。

「在一六八〇呎深處，我們見到體長十四．五公分的生物向窗戶衝來，很快地飛射到外側後爆炸，那種閃光非常地亮，光照在我的臉上和窗內下方，在那些閃光當中，我看見了很大的紅色蝦子和碰裂的光芒。」（這是某種蝦

▲西元一九三四年八月十五日，乘坐深海潛水球完成偉業的畢比和巴頓，這一天，他們潛水至三〇二八呎深度。

子的防禦反應，和受驚的鯨魚吐出墨汁一樣，都是昏眩侵襲者的障眼法。）

「在一八〇〇呎處，我看見有發光牙齒的小魚類，再下降十呎時，和我已經熟悉的蘭布洛托克沙海龍魚出現了，牠看起來就像綠色發光的弓一樣，這種魚至今只被捕獲十六隻——以往的記錄中，最大的長約二十公分，但現在出現在我面前的四條，都比這數目大過一倍，這可能是新種的魚——。到了二四五〇呎深處，我看見一種輪廓清楚的灰黑色生物，在瞬間出現。接著，在二五〇〇呎處，發現了發出非常柔和光芒的櫛水母，在窗前緩慢通過。突然那隻大魚回來了！據最保守的估計，它全長有六公尺；對於關心海洋生物的人而言，這隻『海中怪物』可能是這次探險中最值得看的一種生物。牠也可能是巨頭鯨。我們知道鯨魚有特殊的血液化學調節器官，因此能潛入五二八〇呎或更深的地方，而不會患『潛水病』，並能安全地回到海面，僅二四五〇呎的海底，鯨魚是可以來去自如。」



▶深海鮫鰓魚　威廉・畢比在一九〇〇呎深處發現這「體長三十公分，有角的大型雌鮫鰓魚」。

「不久，巴頓第一次看到以往沒人看過活著的史齊洛天塔姆斯魚（即三叉魚的幼魚），這是深海魚類中最美的一種，體長的三分之一像潛望鏡的軸一樣，眼睛就長在軸頂。」

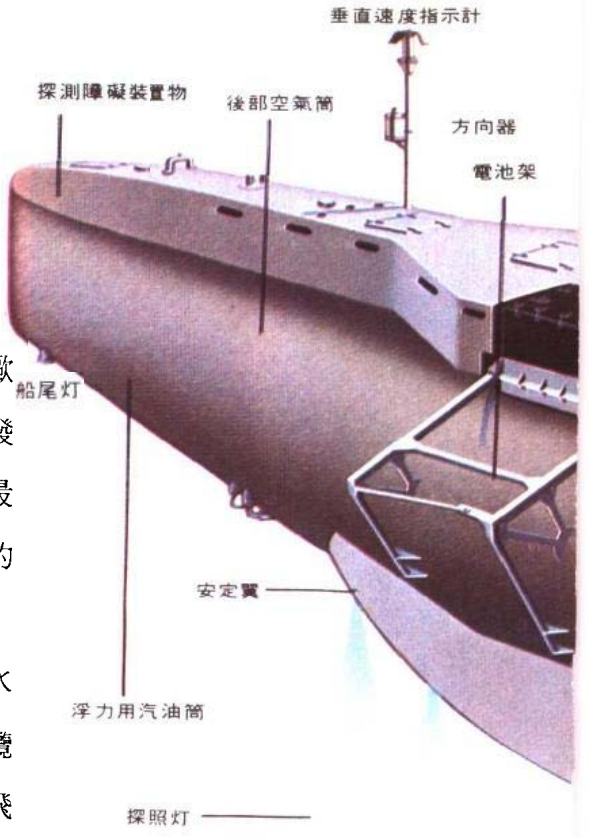
「上午十一點十二分，我們在三〇〇〇呎深處停下來，我們知道這將是這次潛水的最終點，連結母船的纜繩已經快沒了……。周圍水的顏色更深了，在海面上任何無星光的黑夜與此相比較，也只不過是『薄暗』罷了，以後我不會再輕易的使用『黑色』的形容詞句。」

「球體輕微地幌動著，纜繩似乎鬆弛了，此時接到海上的聯絡電話，說剛才海面發生橫波，由於深海潛水球和纜繩的重量緊捲在捲揚機上，因此休貝史達船長下令鬆懈過緊的纜繩，因而下降了一四．五公分。捲揚機軸上只剩下十二圈纜繩，我們現在被吊在三〇二八呎深處，我們還眞擔心無法回到海面哩！」

他們回來了，帶著創造人類潛水至最深的榮耀。不久各地繼而出現了許多向這項紀錄挑戰的人。當畢比和巴頓在舉行歷史性的潛水時，另有兩位拓荒者則正向尚無人類

▲瑞士物理學家歐基斯德．比迦爾（右）和比利時雷奧波多國王——在氣球會議場中．後來比迦爾將氣球原理利用於他第一艘深海潛水艇的設計上

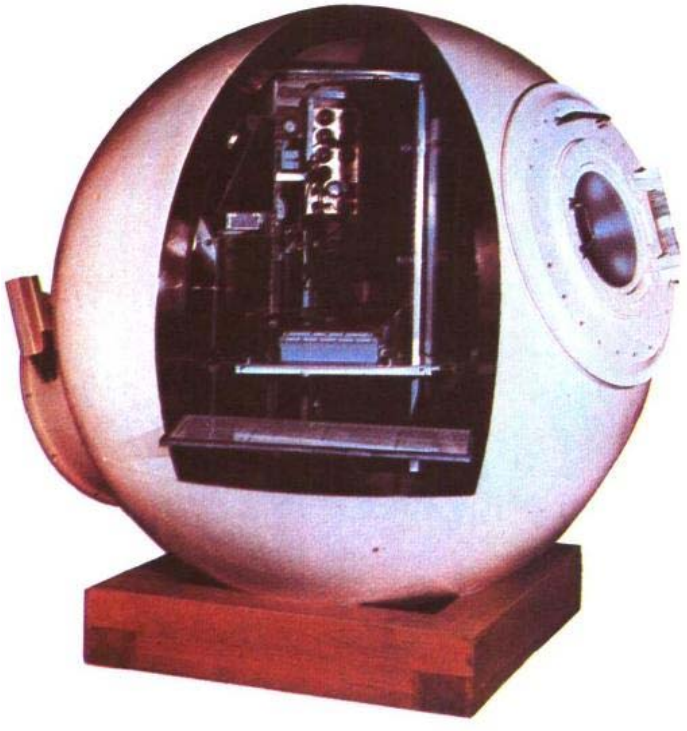
◀西元一六三一年，比迦爾爬上氣球上的鋼鐵製吊籃的情形　其後氣球上升到十五公里以上的高度



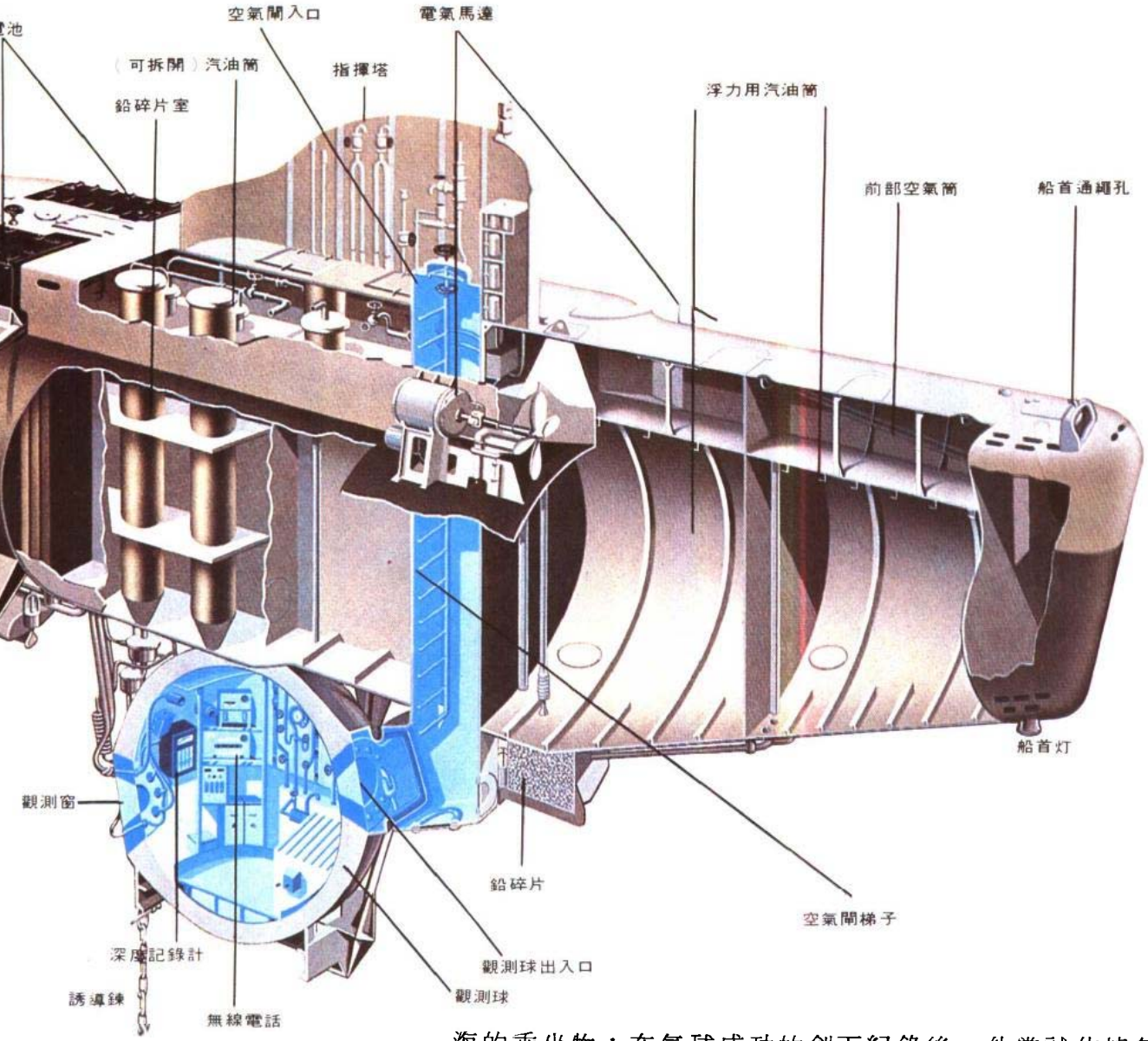
踏往的同溫層高度飛行。西元一九三二年瑞士物理學家歐基斯德・比迦爾和他的助手馬克斯・克辛，乘著比迦爾發明的氣球與吊籃（ gondola ），到達了五三一三九呎的最高紀錄。（ gondola 意謂探查大氣層時，取代氣球吊籃的球形密室。）

對從少年時代就熱愛海洋生物的比迦爾言，深海潛水球和氣球有著顯明的類似點和差別，他認爲：「兩者的纜線都有斷裂的可能性，可是給予人的感受卻極其不同，飛行人員一定渴望『如果纜線斷裂，則可隨氣球自由自在地在高空上舒暢的旅行……』，然而被關鎖在密封船艙裏的海洋學者，卻經常害怕纜線會斷裂，並懷疑沒有纜繩時是否仍可潛水？」

比迦爾經常幻想發明能不藉用纜線裝備，就能潛入深



◀特利艾斯號的船艙模型（探險家可藉此球體到達海洋深底）。今被收藏在德國慕尼黑的博物館。



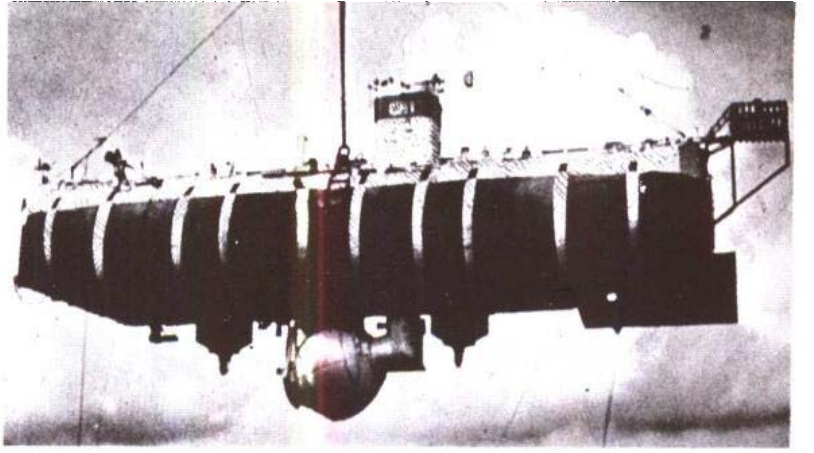
▲深海潛水艇，FNRS三號側面的剖面圖。法國海軍根據比迦爾的設計在土倫港建造此艇。西元一九五四年初，裘雷齊·渥和比艾·威洛坐上FNRS三號，創下了潛水一三二八〇呎的記錄。

◀歐基斯德·比迦爾博士和他的兒子賈奎斯。西元一九五一年FNRS三號建造期間，比迦爾獲得潛艇的建造資金，這艘新深海潛艇被命名爲「特利艾斯號」。

海的乘坐物；在氣球成功的創下紀錄後，他嘗試依據氣球原理，而設計出能上下自由浮沈的潛水艇。大抵上說來，深海潛水艇是由船艙與浮標構成，船艙很像吊籃，浮標像氣球。

能承受巨大壓力的船艙，是由十噸重的鋼鐵製成的球體，內部直徑二·〇一公尺，壁厚八·九九公分（兩個圓錐型窗戶周圍厚十五公分），玻璃窗是由在任何壓力下也不會破裂的新產品塑膠玻璃做成，厚十五公分，內側直徑約十公分，外側的直徑約四十公分。

剩下的工作便是如何操縱控制這個潛水球，萬一操縱不當導致球體猛烈地碰撞海底，乘員必死無疑。爲解決這



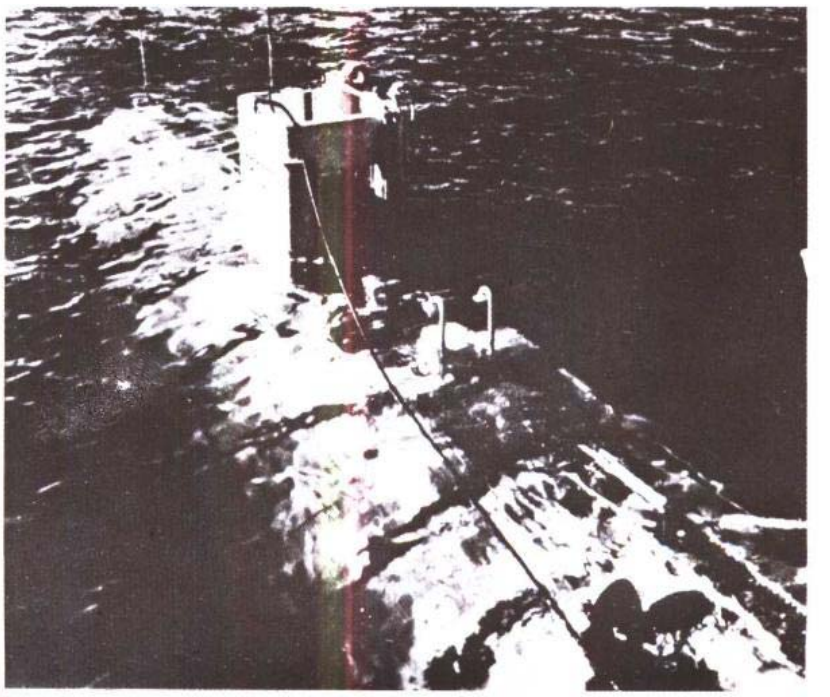
▲被吊上海面上的比迦爾的深海潛水艇。我們可以清楚看見在浮標下方，有一個兩人座的觀測用球體。

種有生命威脅的問題，比迦爾決定謹慎地利用自己在大氣層的經驗。氣球因爲比所排開空氣的重量還輕，所以才能上升。在比迦爾的氣球裏裝著比空氣還輕的二八三〇立方公尺氫氣，這些氫氣使氣球吊籃的總體積比圍繞氣球周圍同體積空氣的重量更輕，氣球於是可上升到與這兩種體積相等的高度。隨著氣球的上升，大氣愈來愈淡薄（密度愈來愈小），所以氣球能飄浮的高度有限，這種限界是由氣球內的氣體體積所決定，所以想降落氣球時，只有一個方法，就是把氣球內的氫氣排掉。

在潛水艇方面，比迦爾則無法使用氫氣或其它氣體塡滿浮標，因爲氣體很容易受壓縮，在隨著潛水艇潛入深海時，由於壓力增大，裝滿氣體的浮標將破裂（浮標必須比水還輕才能浮，因此壁很薄）；經過長期的研究和多次的實驗，比迦爾決定將普通汽油裝入浮標內。

▼深海潛水艇．特利艾斯號。西元一九五三年八月初旬在義大利拿波里海灣附近的卡斯提拉馬雷．帝．史達比亞嘗試第一次海中潛水。

汽油的密度比水的密度小，而且不溶於水，所以不易受壓縮。



除了汽油桶外，浮標裏還裝了兩個空氣筒（裝在浮標兩端）和兩個裝滿幾噸重鐵碎片的桶子。桶裏如裝滿了適量的物質，深海潛艇則可浮出水面或潛入海底。當空氣筒裝滿水時，潛水艇便會慢慢地沈入海內，如果要讓潛艇繞圈的話，只須將少

量的鐵碎片丟掉就可以，如想回到海面，則丟棄大量鐵碎片卽可。鐵碎片是藉著裝在浮標頂端電磁石的力量附著在桶子內，切斷電磁石的電流，鐵碎片就會全部被拋出桶子，船隻便會上升；如果想加快下降速度，則打開六個汽油桶裏的任何一個蓋子，使桶內汽油流出。

浮標在海中是開著口的，所以不必擔心浮標的薄壁會受到水壓而破裂，海水可以自由地流入浮標底部，而浮標的內側壓力經常與外側壓力相等。

由於汽油密度比海水密度小，所以會浮在流進的海水的上方，同時不會由海水進入口流出。

西元一九四八年十一月三日下午一點以前，這艘深海潛水艇由比利時貨物船史卡爾廸斯號運載，在法國海洋調查船艾利·摩尼艾號和史卡爾廸斯號護衞下，運至威爾廸岬群島附近的達喀爾（現在塞內加爾之首都）外海——大西洋海面。這是歐基斯德·比迦爾和他二十六歲的兒子賈奎斯首次對深海潛水艇的性能作試驗。這次不載人的潛水試驗，艇內有自動定時解放鐵碎片的裝置，比迦爾將深度計調到七七〇噚（四六二〇呎），預定四十分鐘潛至這個深度。

深海潛水艇因爲大西洋水域的浪濤而上下劇烈地幌動著，賈奎斯·比迦爾打開浮標上的空氣筒，讓海水湧入筒內，深海潛水艇開始緩緩下降，甲板上的科學家、海洋學家非常緊張地等待深海潛水艇的再次浮現。時間一分一秒地過了，史卡爾廸斯號和艾利·摩尼艾號上的人員，緊抓著船桅，目不轉睛的凝視著海面，終於在史卡爾廸斯號船上「在那邊！在那邊！」的呼聲，深海潛水艇像砲彈般地劃破海面出現了。

依船艙內的深度計指示，得知潛水艇下降到四五五四呎處，除了滲入幾滴海水和雷達天線遺失之外，其他一切

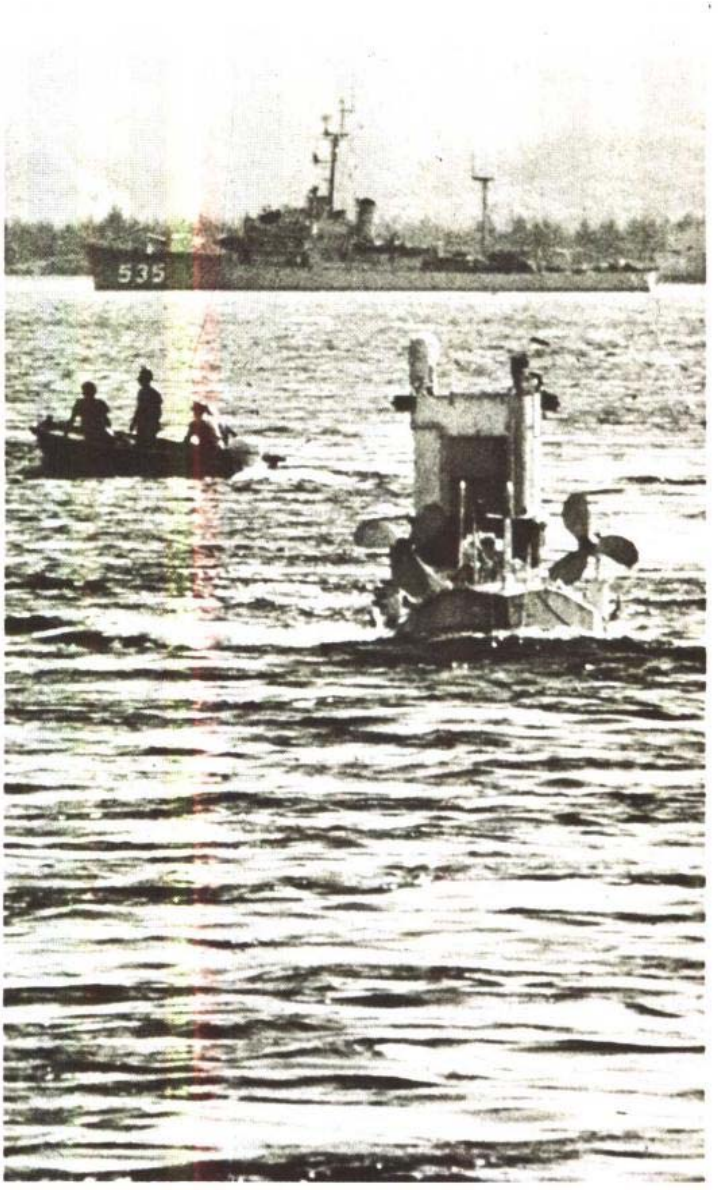
▼特利艾斯號上的賈奎斯·比迦爾與美國海軍科學家A·B·雷依尼查（左）西元一九五九年十一月十五日比迦爾駕駛特利艾斯號在太平洋關島西南方，潛至一八一五〇呎深處

都安然無損。如果當時船艙內有人，他們一定會看見從沒有人看過的景觀。但是眞正第一次載人的潛水，由於進水、天線的遺失和艇內汽油汲出裝置的故障，而始終沒有舉行。爲了防止載人潛水發生事故，原本應該用管子將艇內汽油汲到史卡爾廸斯號的船艙，但是由於損傷和其他莫明的理由，汲取汽油的管子無法和母船連接，歐基斯德・比迦爾不得不下令把三〇〇〇〇公升汽油扔入海裏。

爲了補給新汽油以及籌募改善深海潛水艇的資金，賈奎斯・比迦爾到歐洲各地奔波。幾年後，資金雖然只籌到一部分，但技術性的問題被解決了，新式的深海潛水艇開始建造。比迦爾將這艘建造於亞得里亞海港的潛水艇命名爲「特利艾斯號」。

特利艾斯號於西元一九五三年八月一日，在義大利拿波里海灣附近的卡斯提拉馬雷・帝・史達比亞舉行第一次試驗性潛水。到了西元一九五三年八月十一日，歐基斯德・比迦爾和賈奎斯進入特利艾斯號船艙內，親自封門，將浮標裝滿水，緩緩降至海底二十六呎，在鐵碎片扔棄後，特利艾斯號又緩慢地回升到海面，成功地完成了第一次載人潛水。

此後幾年的時間，比迦爾父子以特利艾斯號從事了六十四次潛水，他們在拿波里灣的卡柏利島附近外海潛入三五四〇呎深，並在拿波里灣西方的第勒尼亞海的彭沙島海



▲停在港口的特利艾斯號深海潛水艇。它完成多次的潛水並創造許多潛水記錄，此時它正在準備向世界最深處——太平洋關島西南方的挑戰者海淵一潛水，其深度超過三五〇〇〇呎。

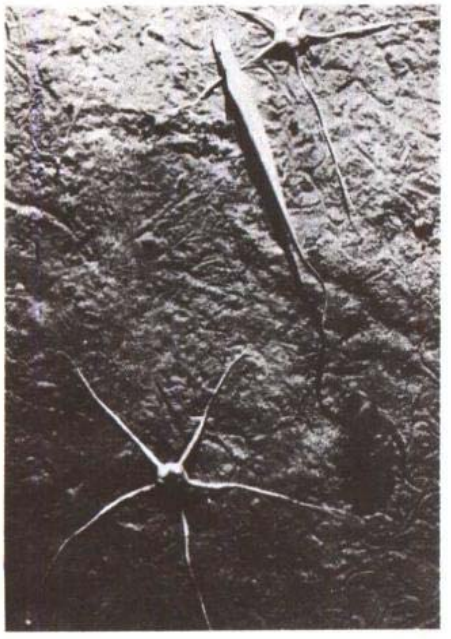
面，降至一〇三〇〇呎；西元一九五八年，特利艾斯號爲美國海軍研究所購，自此以後，賈奎斯和美國技術師、海軍軍官協力在彭沙島南方潛水深達一二一一〇呎，並在關島外海潛至一八一五〇呎。這些打破世界紀錄的潛水，揭開了人類向地球上最深處的挑戰者海淵挑戰的序幕。

挑戰者海淵位於太平洋關島西南方馬里亞納海溝，深三六一九八呎，其名稱是依西元一九五一年發現它的英國海洋調查船——挑戰者二號而命。

西元一九六〇年一月二十三日，深海潛水艇·特利艾斯號浮在「世界最底部」的正上方。特利艾斯號是由美國海軍泛丹克號拖航至此，賈奎斯和他的美國同事渥爾胥及科學家們坐在泛丹克號、護航驅逐艦路易斯號上。渥爾胥是美國海軍軍官，這一天他將和賈奎斯往破紀錄的海底潛水。

海上的風浪極大，賈奎斯坐上橡膠筏划向特利艾斯號。當到達深海潛水艇之後（尚未潛水之前），他發現裝在船艙外的聯絡用電話機被沖走了，測定下降速度的回轉速度計也因受浪潮震動而不能使用。

▼使用深海照相機拍攝棲息深海軟泥的生物，拍到兩隻細長的星型生物（棘皮動物的一種）和一條深海魚



渥爾胥隨後也登上特利艾斯號，兩個人商討是否要冒險潛水，賈奎斯提議如果船艙內的儀器都保持良好，就決定潛水。他們從浮標上的眺望塔走進船艙，打開電磁石、發動……其它的儀器都完好如常，於是決定潛水！

上午八點二十三分，特利艾斯號緩緩地下降。在降至三四〇呎處時，他們感覺特利艾斯號反向地浮高了十五、六呎；這是海裏經常發生的「水溫躍層」，就是在碰到溫暖的海水表層與較冷水層之間的水層時產生反向的情形。水溫突然變冷，比特利艾斯號剛下降的水層密度高得多，因此船隻會浮向上方。賈奎斯打開一個汽油桶的蓋子，再

加重深海潛水艇的重量，越過水溫躍層，特利艾斯號以平均每秒十公分的速度下降。到九點，特利艾斯號才到八〇〇〇呎深度，照這樣的速度看來，想在天黑以前到達海底再回到海面似乎是不可能的。賈奎斯心想，即使海面多麼平靜，也不能在黑夜裏回到海面，何況有這麼大的風浪呢！因此便拋出更多汽油，使船隻下降速度增至每秒三呎。

在一〇〇〇呎深度時，賈奎斯打開外側的探照燈，看到浮游生物像雪花似地飄向上方，熄滅探照燈和船艙內的燈，周圍是一片暗灰黑色，到了二四〇〇呎時，深海潛水艇則完全被一片漆黑所吞沒，外側寒冷的海水使得艙內也有絲寒意，渥爾胥、賈奎斯換下潮濕的衣物，吃巧克力糖和午餐。

▲乘員們坐在特利艾斯號上

在四二〇〇呎深處，海水開始滲入球體，但馬上停止，到了一八〇〇〇呎海水又從另一處滲入，但也很快地消失，這表示球體上任何小裂縫、小洞孔都會受到球體表面的巨大水壓封閉。

不久，特利艾斯號越過二三〇〇〇呎，降至第六十四次潛水的最深紀錄，上午十一點半，深度計指示二七〇〇〇呎，然而仍未抵達海底，賈奎斯又將浮標內的鐵碎片丟掉一些，使特利艾斯號更慢地下降，超過二九〇〇〇呎界限就和聖母峰的海拔一樣的深度，探照燈開始向完全沒有生命象徵如水晶般澄清的水面探搜，賈奎斯把更多的鐵碎片丟掉，深海潛水艇以每秒三十公分的速度下降。

十二點時，特利艾斯號到達三一〇〇〇呎深處，特利艾斯號正急速接近人類未曾經驗過的強大壓力深處，賈奎斯按下音響測深機的按鈕，可是沒有一點反應，特利艾斯號繼續下降。

越過三五〇〇〇呎，兩個人開始有點不安地凝視著音

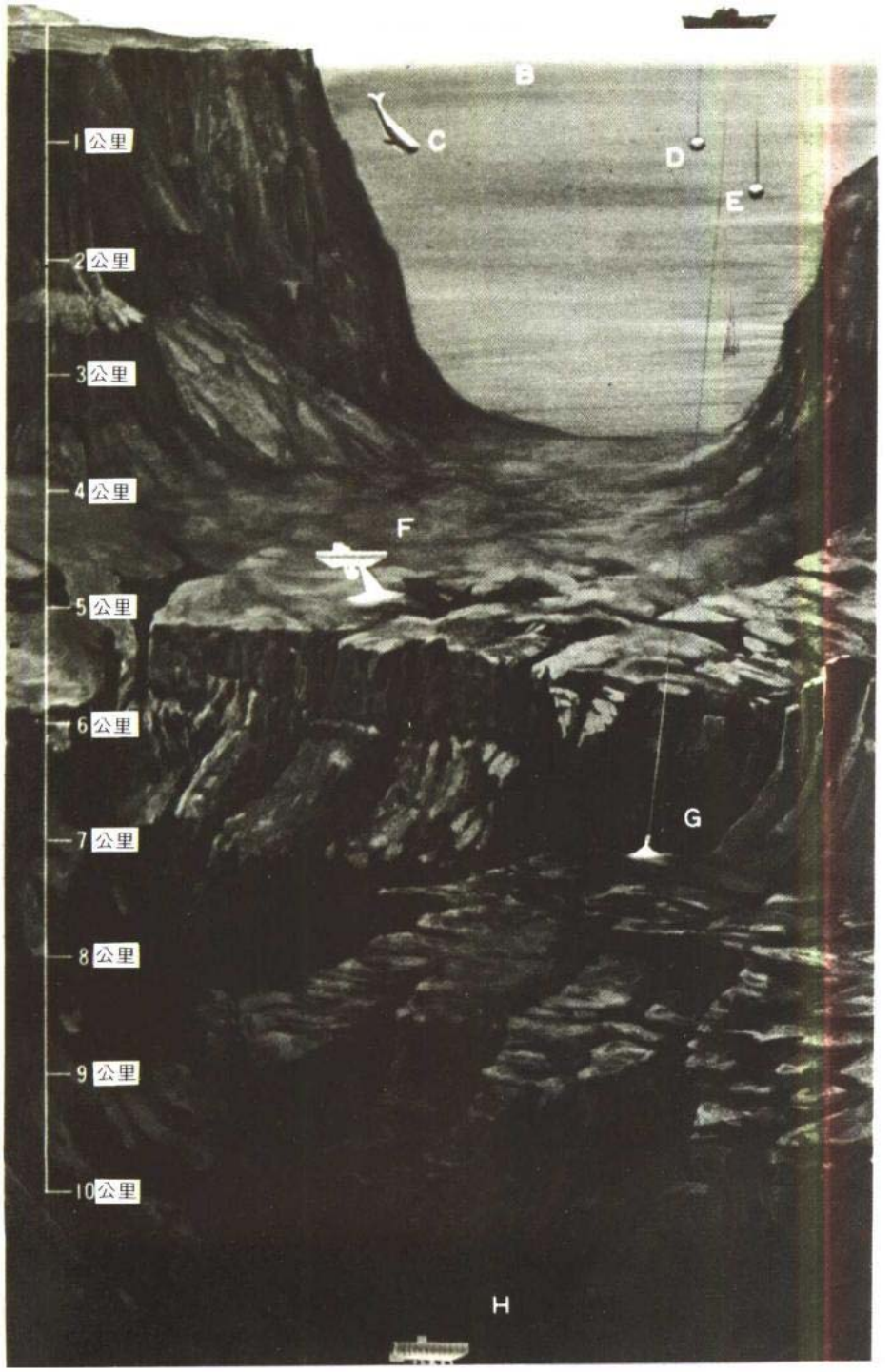
響測深機，終於有了反應，機上指示海底就在他們脚下二五二呎的地方。

幾分鐘後，當渥爾胥在計算剩多少時就可到海底時，特利艾斯號已著落大洋底，正確深度是三五八〇〇呎，與大洋最深部位只差三九八呎之處。

他們在廿萬噸壓力的大洋底眺望，賈奎斯發現在黃褐色的軟泥上躺著扁平的魚，體長三十公分，寬十五公分，在海淵的巨大壓力下，竟然也有生物生存！

兩位探險家在海底停留了二十分鐘，下午四點五十六分，他們安然地回到海面，完成了歷史性潛水。

他們到達的是地球海洋的最深處，並且平安無事地回到海面，這證明了人類的決心和潛力是無可限量的。

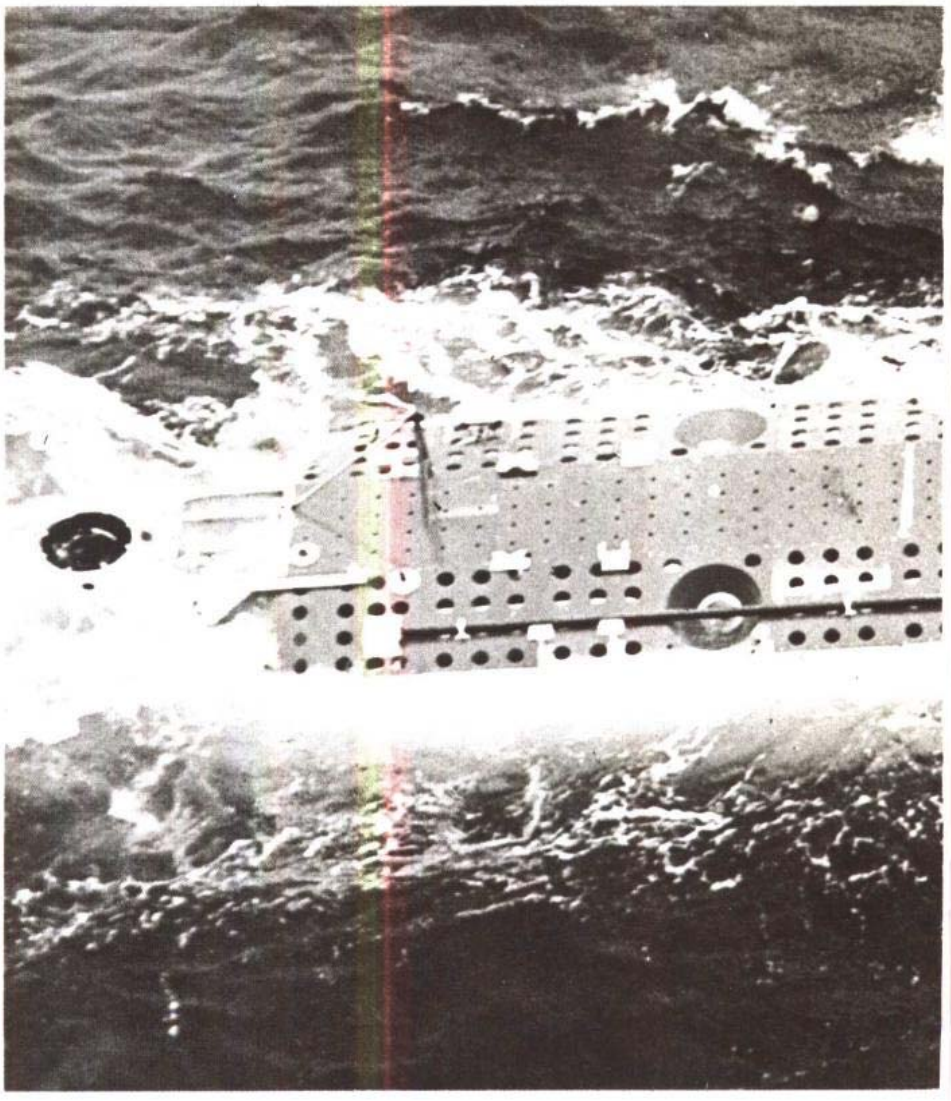


◀特利艾斯號(H)潛入挑戰者海淵的馬里亞納海溝概略圖，圖中(A)水溫躍層，(B)光線消失帶，(C)鯨魚潛水的最深部分，(D)畢比的深海潛水球，(E)巴頓的潛水艇，(F)深海潛水艇，FNRS三號，(G)深海攝影機 隨著深度增加水壓加大，特利艾斯號在海面下三五八〇〇呎時，受到二十萬噸的壓力，也就是每一平方公分承受一，二噸的水壓

6 洋流的探測

西元一九六九年七月十四日，也就是太陽神十一號發射的前兩天，多數人蜂湧到甘廼廸角，參觀人類爲首次登陸月球所做的最後準備。而離此地二〇八公里的佛羅里達州之棕櫚海灘，也正要舉行另一個歷史性的下水式，然而在興奮的人群當中，只有少數人確實知道這件事。這艘下水的船隻，是賈奎斯·比迦爾設計的富蘭克林實驗船，和太陽神十一號一樣，這是一次充滿危機的航行。實驗船上裝滿了各式航海用的科學儀器。

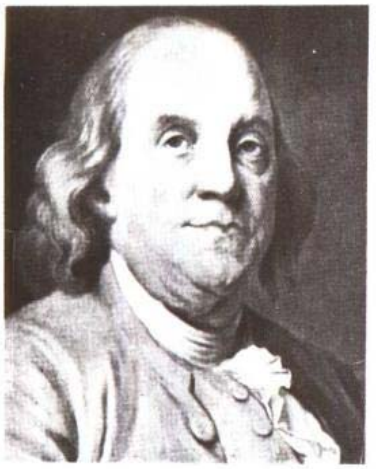
▼富蘭克林號 由賈奎斯·比迦爾設計，克拉馬航空公司建造



這艘新型的海中調查船，正準備前往強力的墨西哥灣流海面下探險。

墨西哥灣流是全世界第二大海流（僅次於南極逆流），寬約八十公里、深三千呎。這道暖流從墨西哥灣流經大西洋至歐洲東北海岸，幾世紀以來，一直引起許多船員和科學家對它的興趣。然而，人類對研究海流的起源及其動態有實際的進展，還是近兩百年的事！

西元一五一三年，西班

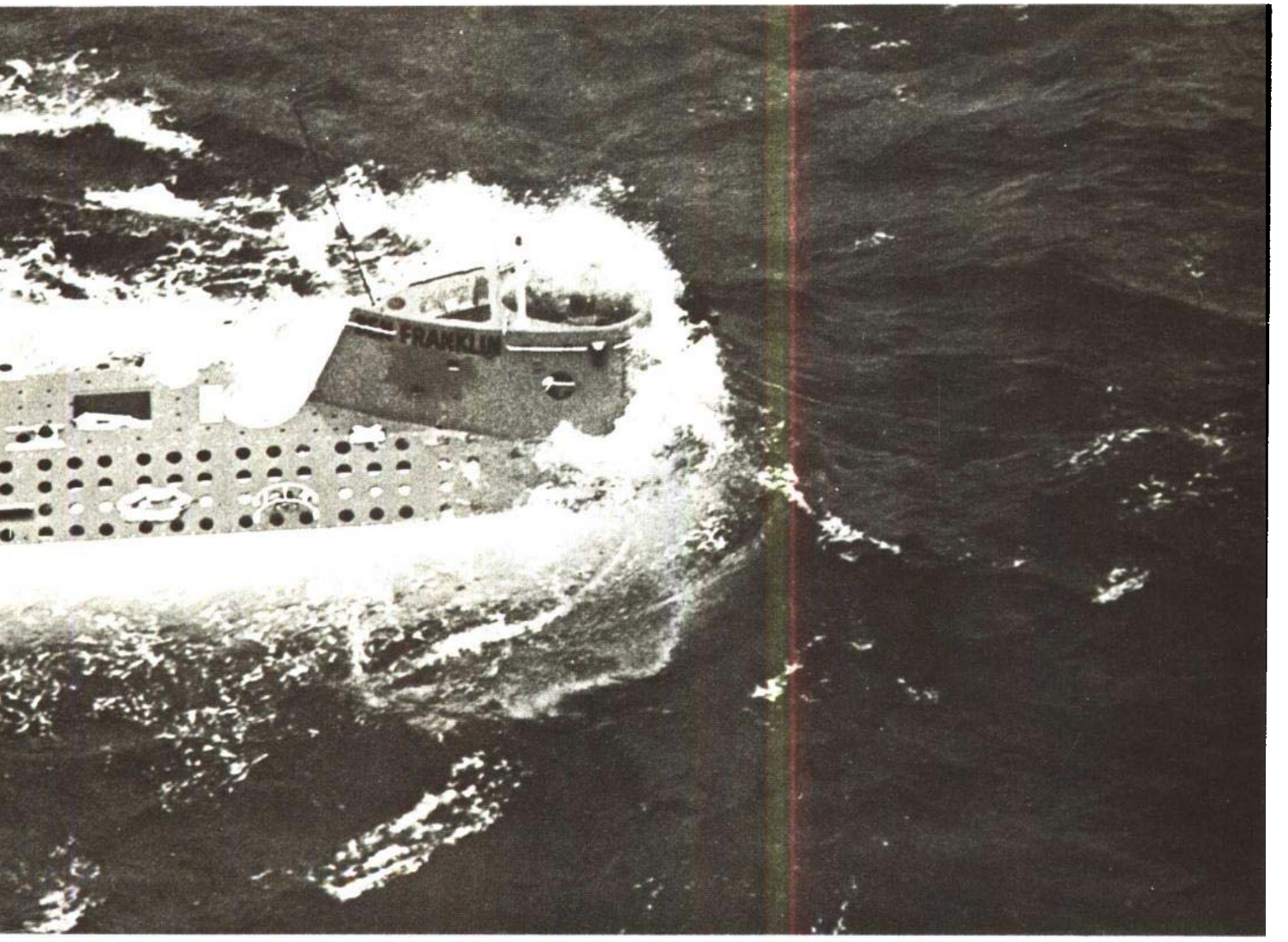


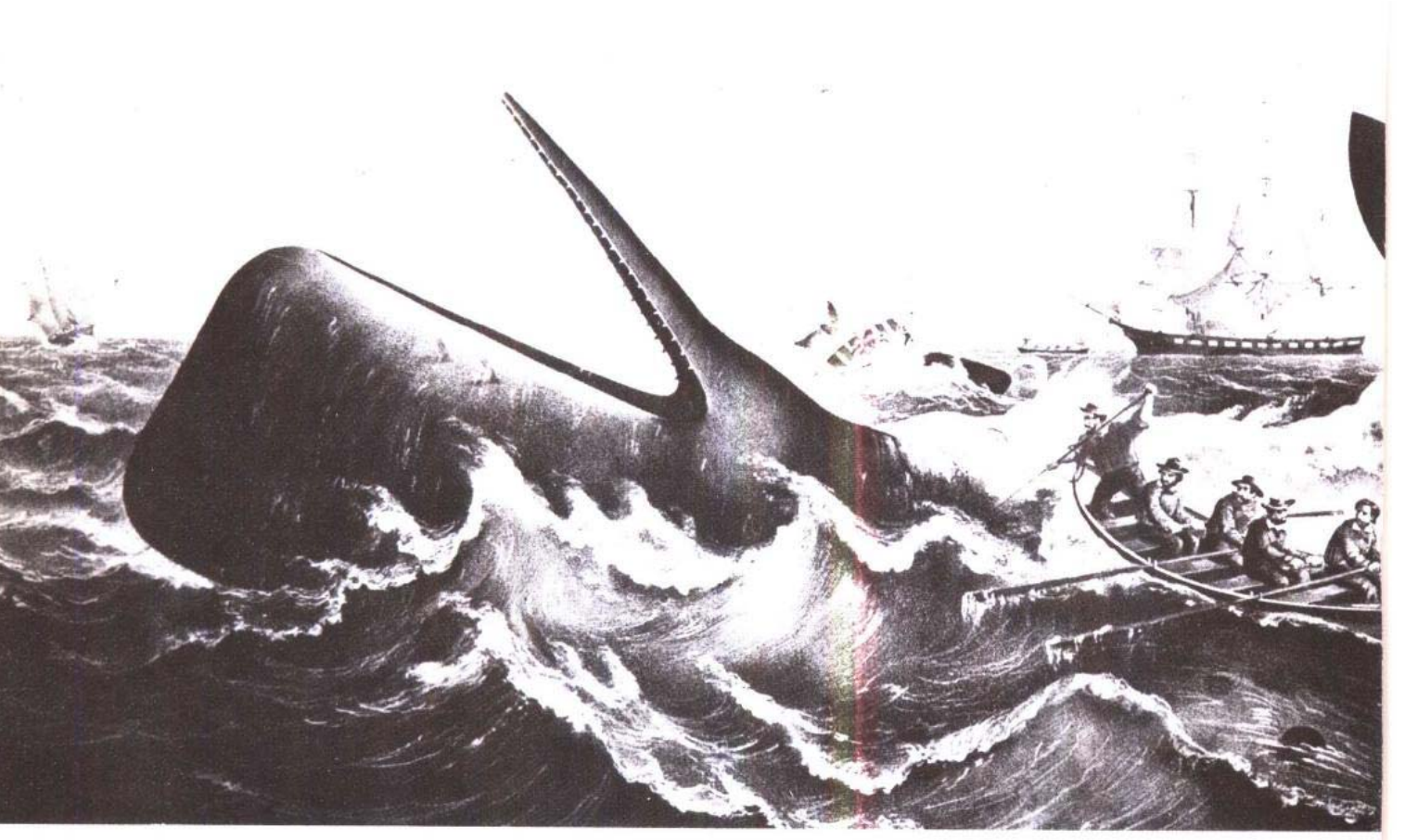
▲富蘭克林之肖像。在西元一七七〇年，富蘭克林担任郵政局代理總裁時，一艘從英國開到美國麻州的郵船，在海中遇到墨西哥灣流而延遲抵達。富蘭克林下令給英國船長們一些有關海流路線的航圖，但船長們並未遵從此類航圖。

牙的探險家彭西・德雷昂，由佛羅里達半島東南岸向南航行。突然，原本順風的三艘船竟然無法前進，他在日記裏寫下這件奇事：

「我們原本打算向南航行，但是船卻無法前進……。雖然是滿帆風順的航行，可是船隻卻逐漸被推回後方。海流似乎比風速更強烈，兩艘較接近海岸的船隻，雖然把錨拋於海中，而鐵鍊卻被強勁的海流弄斷！」

從彭西・德雷昂航海後的兩世紀間，許多船員、探險家由於遇到墨西哥灣流而迷路或只得順著灣流航行，因此對此灣流產生了許多臆測和杜撰的故事。直到西元一七七



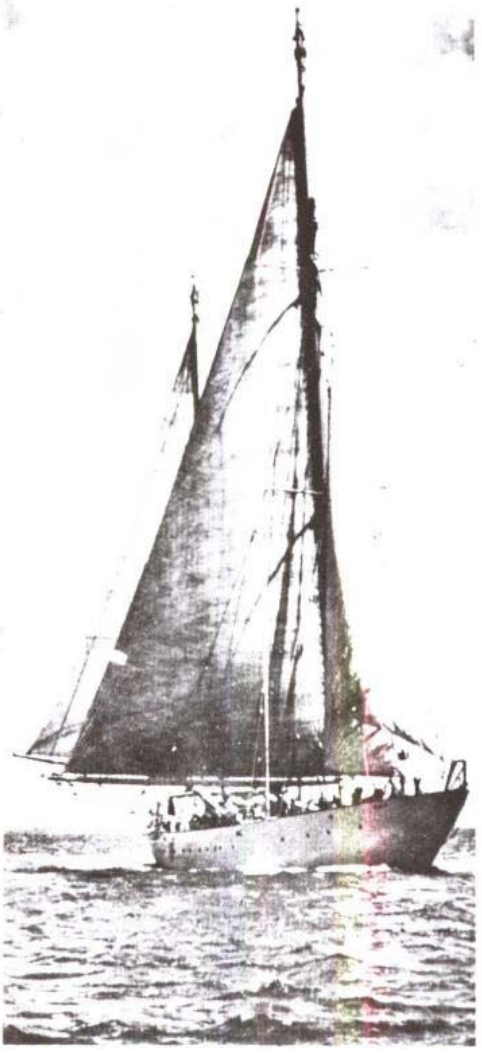


▲一八〇〇年代中葉，人們就是使用這種小型船隻從事捕鯨的危險行動。美國的捕鯨船長，透過這種危險經歷，才熟悉墨西哥灣流的動向。

〇年，第一張畫有橫越大西洋路線的航圖才首次完成。當年波士頓海關對英國郵船的遲延提出抗議，波士頓人懷疑，爲什麼郵件從舊大陸越過大西洋到新大陸，必須花費兩週？而且總是比其他航線的美國船隻慢？當時郵政代理總裁富蘭克林，便邀請南達凱特號捕鯨船船長鐵莫西・伏魯加商討這事。

伏魯加認爲是英國的船長們對這灣流沒有充分的瞭解。伏魯加說：

「我們很熟悉墨西哥灣流。因爲鯨魚常出入於灣流兩側，在灣流內是看不見它的，因此，在捕捉鯨魚時，必須順著灣流兩側航行，有時爲了追捕鯨魚，我們必須橫越灣流到另一側……。在橫越中，有時會碰到在灣流當中逆行的船隻，我告訴他們，不要逆著這流速一小時四千八百公尺的灣流航行，要越出灣流再航行較好，可是他們並未理



◀西元一九三一年，亞特蘭迪斯號的下水典禮，船內裝載最新的科學儀器，成爲烏斯霍爾海洋研究所調查墨西哥灣流的生力軍。

睬。」

伏魯加船長並在大西洋航圖上畫上墨西哥灣流的路線，富氏將這份航圖寄至英國，然而，英國船長們並不認同航圖的價值和伏魯加的忠告。此後的一百二十年期間，海洋學家們也曾偶爾航行到墨西哥灣流裏，以探索此暖流的秘密。他們使用可放入水中的溫度計和採取瓶等，在各個深處收集溫度、密度的資料。並在瓶內貼上標誌後扔入海中，而這些瓶子常在意想不到的地方被撿到，因而發現灣流新的漩渦和支流。科學家根據這些資料及其他資料，經過一番研究，下結論：墨西哥灣流是由海灣和風形成的，貿易風在大西洋的赤道海域引起流向西方的海流，這個海

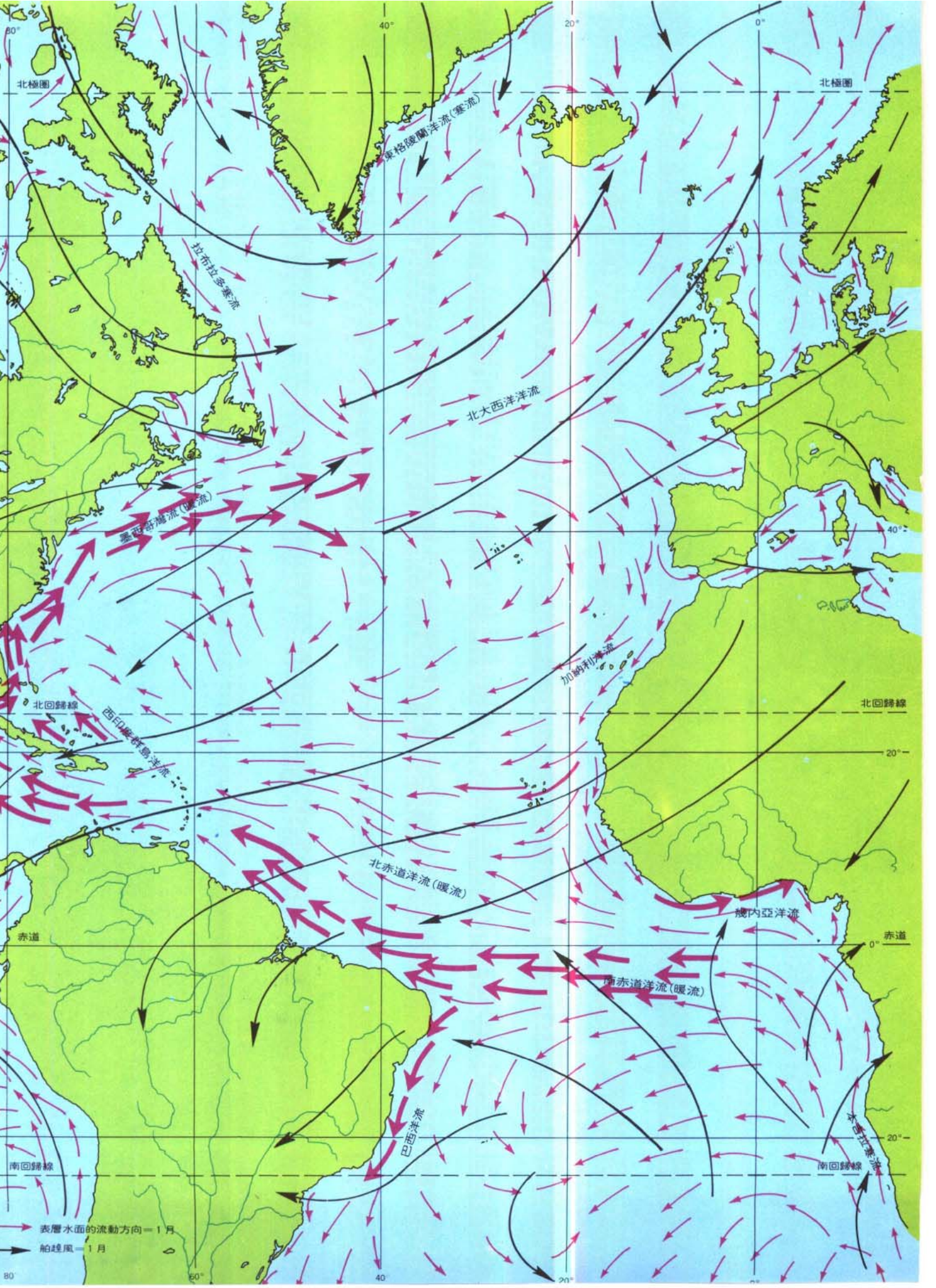
流經過狹窄的猶加敦海峽，進入墨西哥灣，然後在灣內不斷地加強力量，再經佛羅里達海峽流至外海。

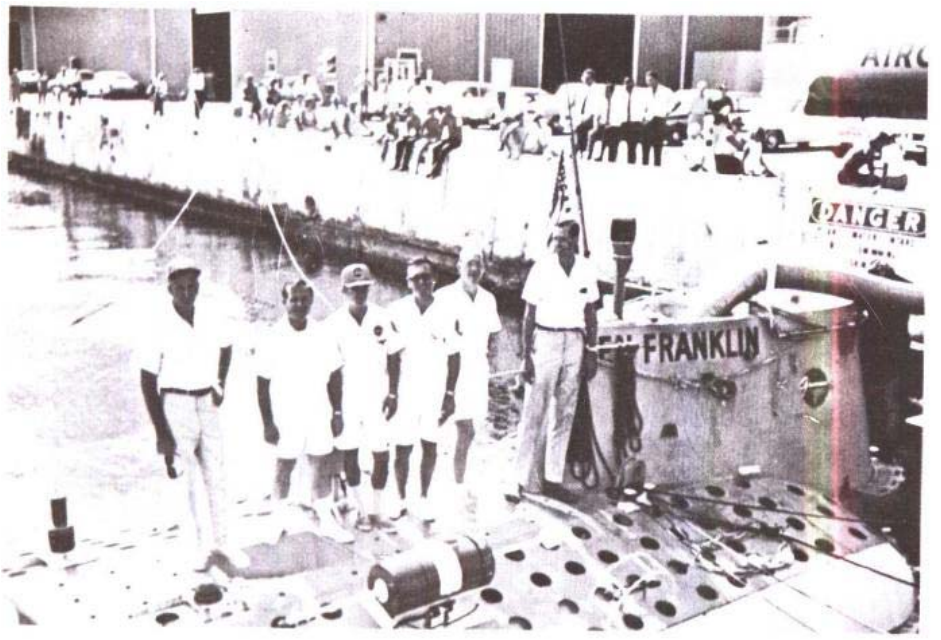
自從西元一九三〇年，麻州鱈角灣設立了烏斯霍爾海洋研究所以來，人們更積極地研究奇妙的墨西哥灣流，爲了調查灣流的水域，科學家們購買了一艘有兩隻船桅的小帆船，這艘四百六十噸的亞特蘭廸斯號，有各種現代化的科學裝備，能裝載二十五人。第二年開始，一連數載，亞特蘭廸斯號沿著灣流在海上航行了八十萬公里以上。

在許多研究中，烏斯霍爾海洋研究所的科學家，使用特殊的儀器，收集了許多有關灣流水量的資料，最後他們下了這樣的結論：墨西哥灣流的源流地區，每秒流量三千萬立方公尺，但是當它從新英格蘭南方流向大西洋時，每秒流量竟達一億五千萬立方公尺。（美國最大河流密士西必河的河口吐水量，僅相當於它的千分之一）。由此測定

▶富蘭克林所做的墨西哥灣流航海圖，他告訴由英國向西南定期航海的船長們，不要逆著墨西哥灣流航行

▼墨西哥灣流乃世界第二大灣流，其流向是由墨西哥灣流向大西洋，而形成北大西洋海流，再轉向歐洲海岸　英國各島嶼以及歐洲西部，因受到這個暖流的影響，寒冬季節都比其他同緯度的國家來得暖和


北極圏
北極圏
東グリーンランド寒流
北アトラスク寒流
北大西洋洋流
メキシコ湾流(暖流)
北回帰線
北回帰線
西インド諸島洋流
カナリア海流
北赤道洋流(暖流)
赤道
赤道
南赤道洋流(暖流)
ギニア湾流
ブラジル洋流
南回帰線
南回帰線
ベンゲラ寒流
表層水面の流動方向＝1月
船舶風＝1月

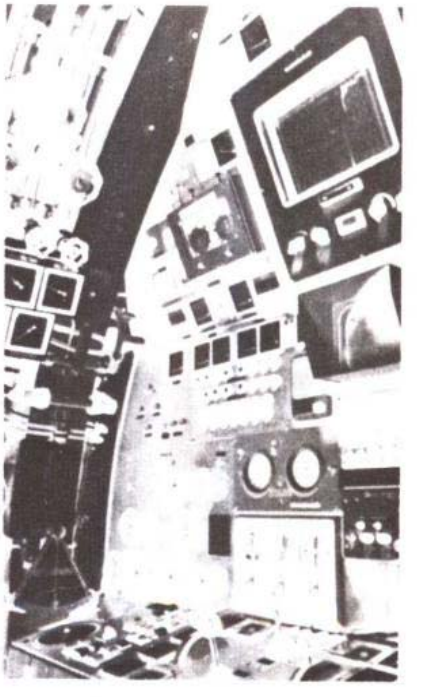


◀西元一九六九年七月十四日富蘭克林號的乘員，於出發前排列於艇上，最右者是賈奎斯·比迦爾

的結果，墨西哥灣流的流量實在驚人。至於這些水量從那裏來？現在仍不得而知。

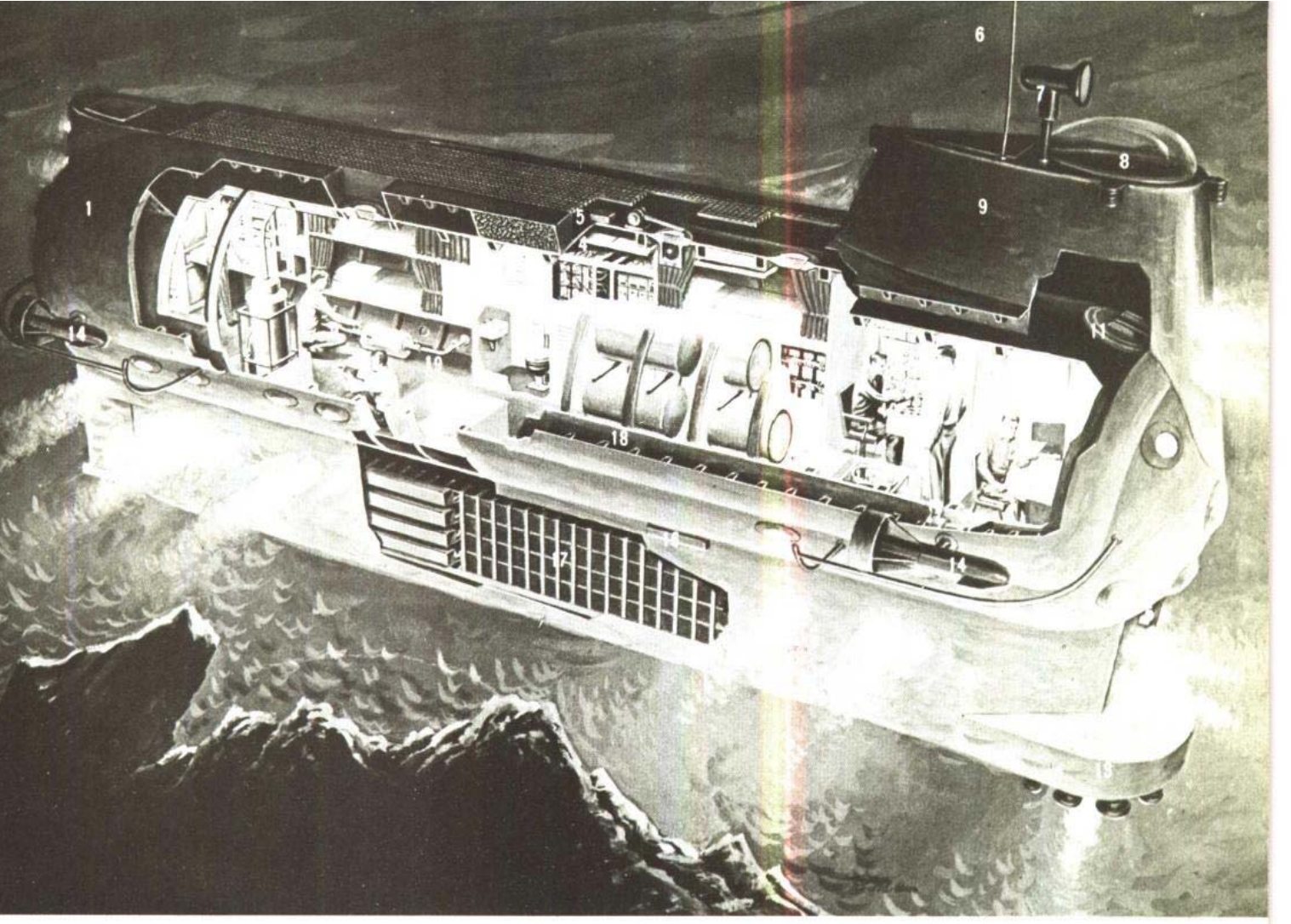
以上就是西元一九六九年六月十四日，富蘭克林號從棕櫚海灘出航以前有關墨西哥灣流的資料。富蘭克林號是艘爲探險二千呎深的海洋而建造的中層潛水艇，船身長十五公尺，不僅裝載了六個乘員的日常用品，也裝滿科學儀器與航海用具。

▼富蘭克林號控制室的一部分這艘潛水艇爲調查水深一千兩百呎至二千呎的海底，採取了許多危險的行動



富蘭克林號是賈奎斯·比迦爾在西元一九六五年爲研究墨西哥灣流的計劃而設計的；對於這項計劃，克拉馬航空公司提供了許多資金，美國海軍部的海洋局，不僅給予海上的支援，也派遣兩位海洋學者協助設計艇上大約一噸重的科學儀器；美國航空暨太空總署爲這項計劃也派遣了觀察員，調查這一個月航海中乘員的反應，並將比迦爾和乘員分做三組來實驗！

中層潛水艇上的乘員爲克拉馬公司搜索灣流水域的浮游生物和礦物。海軍部海洋局的實驗，包括海水流速、能被利用的光、重力、磁場、海洋的自然聲音、海底的構造，以及測定生物生活的定期性等廣泛問題，美國航空暨太

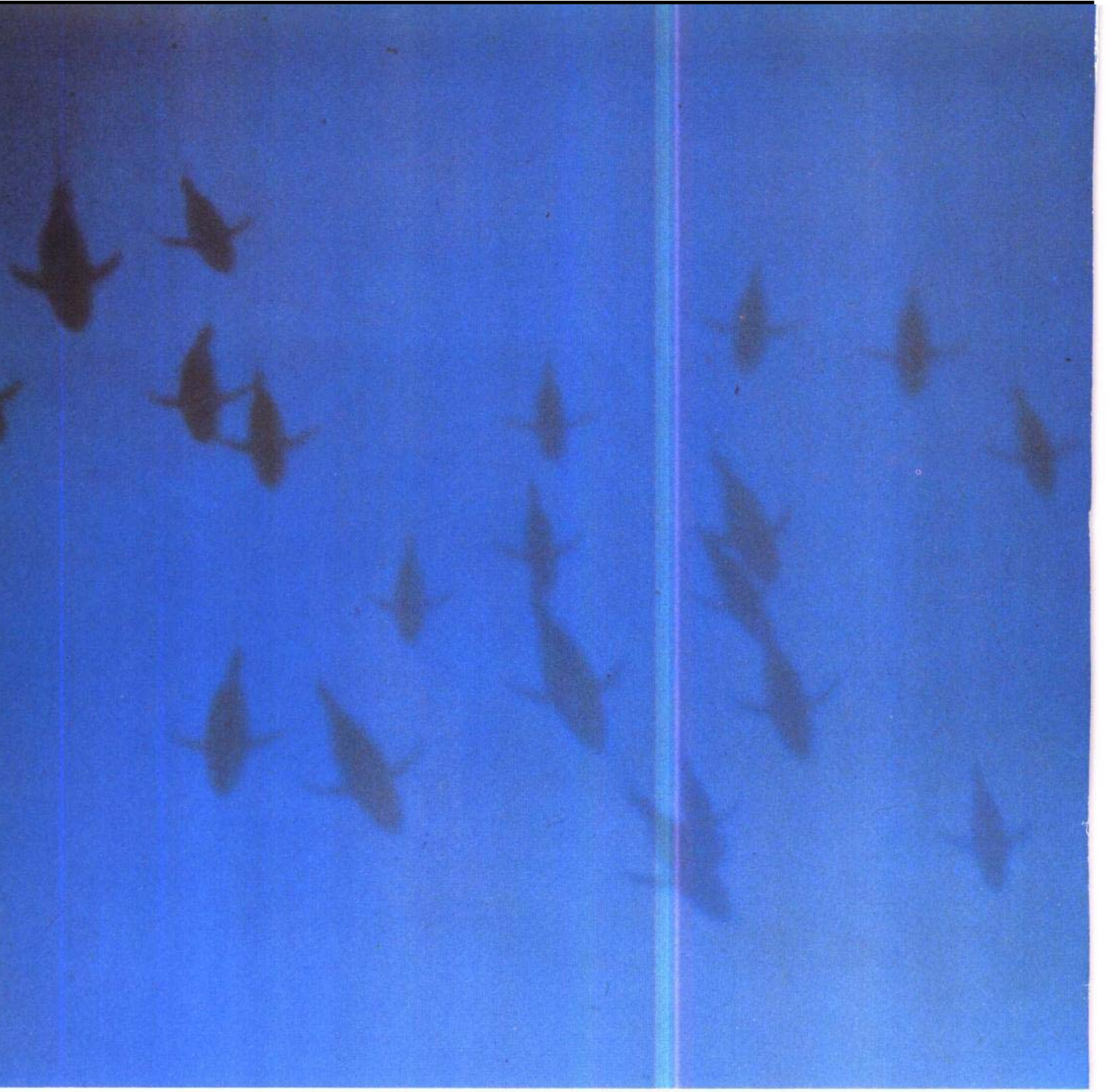


空總署以船員對於長期的拘禁與孤獨——在太空站也須具有的條件——會有什麼反應爲研究重心，它的實驗方法是：錄下乘員們在餐飲時的對話，要求每位乘員寫日記，並利用裝在船內的三台攝影機，每二分拍一張乘員的行動記錄照片。

在三十天又十一小時的航行中，富蘭克林號的乘員經歷了極爲刺激的時刻。他們被迫處於緊張狀態和狹窄的活動空間，但是直到這項計畫完成時，他們創下許多榮耀的記載。

富蘭克林號順著灣流航行了一四四四海里（約二六〇〇公里），抵達北大西洋新斯科西亞海峽南方五七五公里處，然後在此處以平均六五〇呎深度漂流，也曾在一二〇〇呎至一八〇〇呎水深間航行十次，其中五次是對海底做

▲富蘭克林號的斷面圖，十五公尺的船身，具備了記錄這些乘員三十天內反應的攝影機、科學儀器　航行中，乘員必須觀測灣流速度、水溫、鹽分、生物生態以及灣流的其他特色
1.壓艙艙　2.科學控制室　3.觀測用窗　4.二氧化碳過濾器　5.水中測音器　6.無線天線　7.電視攝影機　8.外面觀測處　9.瞭望塔　10.儀器控制架　11.升降口　12.觀測用窗　13.器具類　14.推進馬達　15.船首氧氣筒　16.側面規測用水中音波探測器　17.電池　18.壓艙艙　19.生物標本採取器　20.船尾氧氣筒



▲從富蘭克林號所拍的相片，可以看見正游向上游的鮪魚，這對在墨西哥灣流只看過少許生命徵候的乘員而言，實在是珍貴的光景。

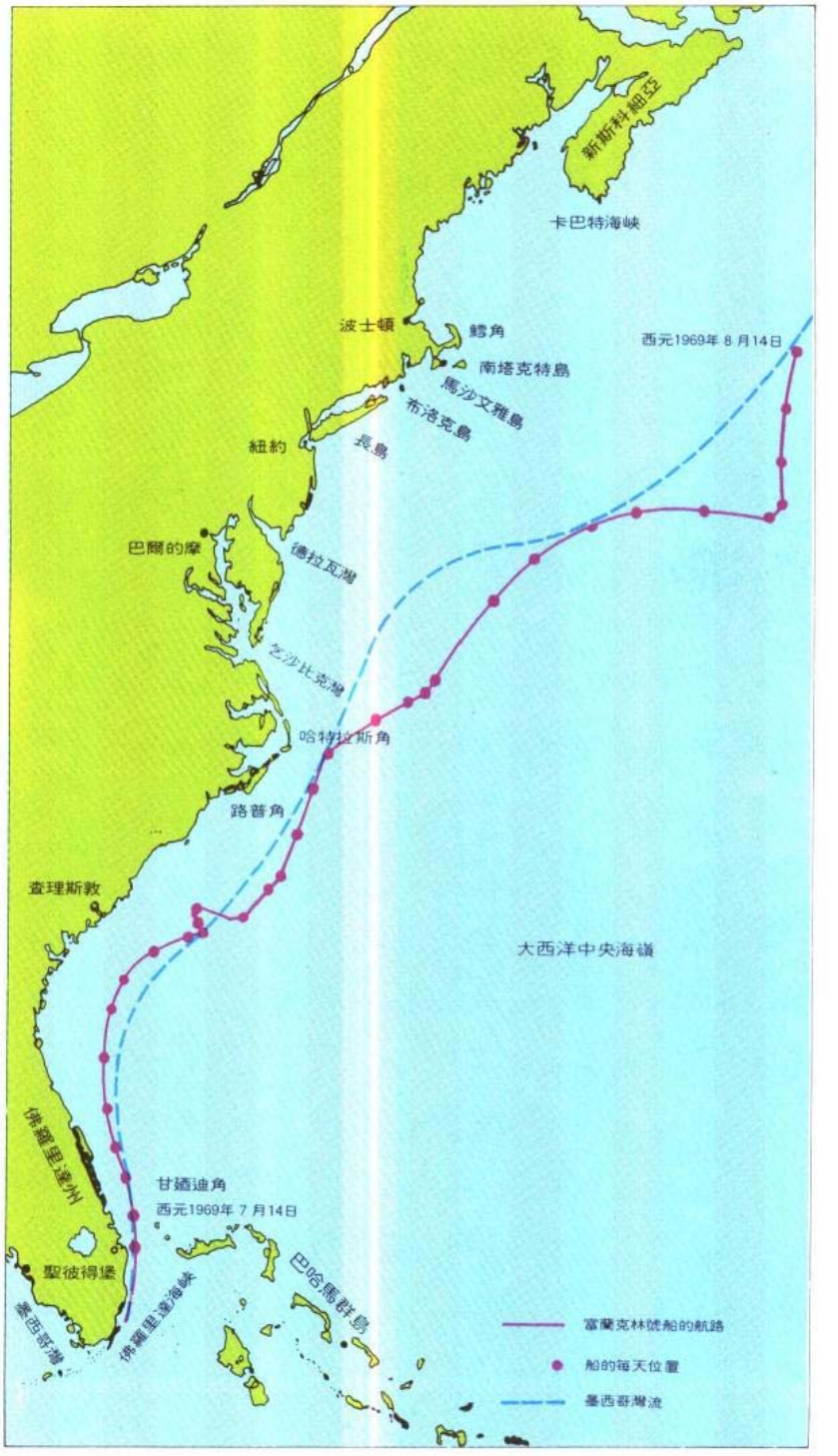
實際調查；乘員們在此次航行，測定音速、鹽分、水溫達九十萬次以上。

航空暨太空總署也花費許多時間仔細地研究乘員們每天工作的照片。

令人驚訝的是，乘員從觀測窗往外看時，發現墨西哥灣流中很少有魚類和浮游生物。此次利用聲音頻率調查灣流時，並沒有探測出在海洋中的其他許多地方都可看到的

「深海散亂層」（深海散亂層是指一浮游生物層，利用聲音探測海洋時，往往聲音一遇此散亂層就折返，而未眞正到達海底）。

這個生物密集層，一般在六〇〇呎到二四〇〇呎之間，通常有一五〇呎至六〇〇呎的厚度，然而，對於生物而言，墨西哥灣流只不過是個荒涼的不毛之地罷了！



▶西元一九六九年，中層潛水艇在美國東海岸所航行的路線，富蘭克林號由佛羅里達州棕櫚海灘出發，抵達新斯科西亞海峽南方五七五公里的地方，探測水深二〇〇呎的墨西哥灣流。

7 海裏的居民

西元一九四三年夏天，正值第二次世界大戰，有一個人由法國南部地中海里昂灣沿岸潛向外海，當時軸心國的佔領軍並沒有發現這個海灣。他的背上背著一種新型的裝備，如果被敵軍發現，一定會視如珍物。

這個人名叫庫狄・賈奎斯・伊魏斯，背上的設備是早期水中呼吸器，是海洋探險上，潛水設備的大革新，它除去昔日必須穿戴銅製鋼盔或帶著錘的長靴之不便，使潛水員能在水面下自由活動。

第二次大戰以前，庫狄和幾位愛好潛水的朋友，組成了潛水的小團體，他們發明了水中鰭、水中眼鏡、捕魚用的魚叉，還實驗數種型態的水肺。初期的水肺使用的是純氧，因此若潛至水壓較高的深海就非常危險，庫狄就有兩次差點溺死的經驗。庫狄後來發現，爲便利潛水夫的作業，必須裝備壓縮空氣的水中呼吸器，以適當的壓力，自動送出空氣。

戰爭的爆發解散了庫狄的潛水小團體，但是在西元一九四〇年德、法締結停戰協定後，他們很快地又聚集在一起。這次潛水計劃，必須在高度機密下採取實際行動。大戰中，法國被軸心國軍隊佔領，多數法國人不斷在海內外，爲爭取法國自由而戰。庫狄當時是在海軍情報局工作，爲掩飾行動，庫狄從佔領軍當局爭取到地中海拍攝電影權。但他主要的目的在於發展水中自動呼吸潛水器。

西元一九四二年十一月，庫狄在巴黎結識了工業用瓦斯裝備技術師卡克尼・愛米爾，庫狄說明自己所需的東西

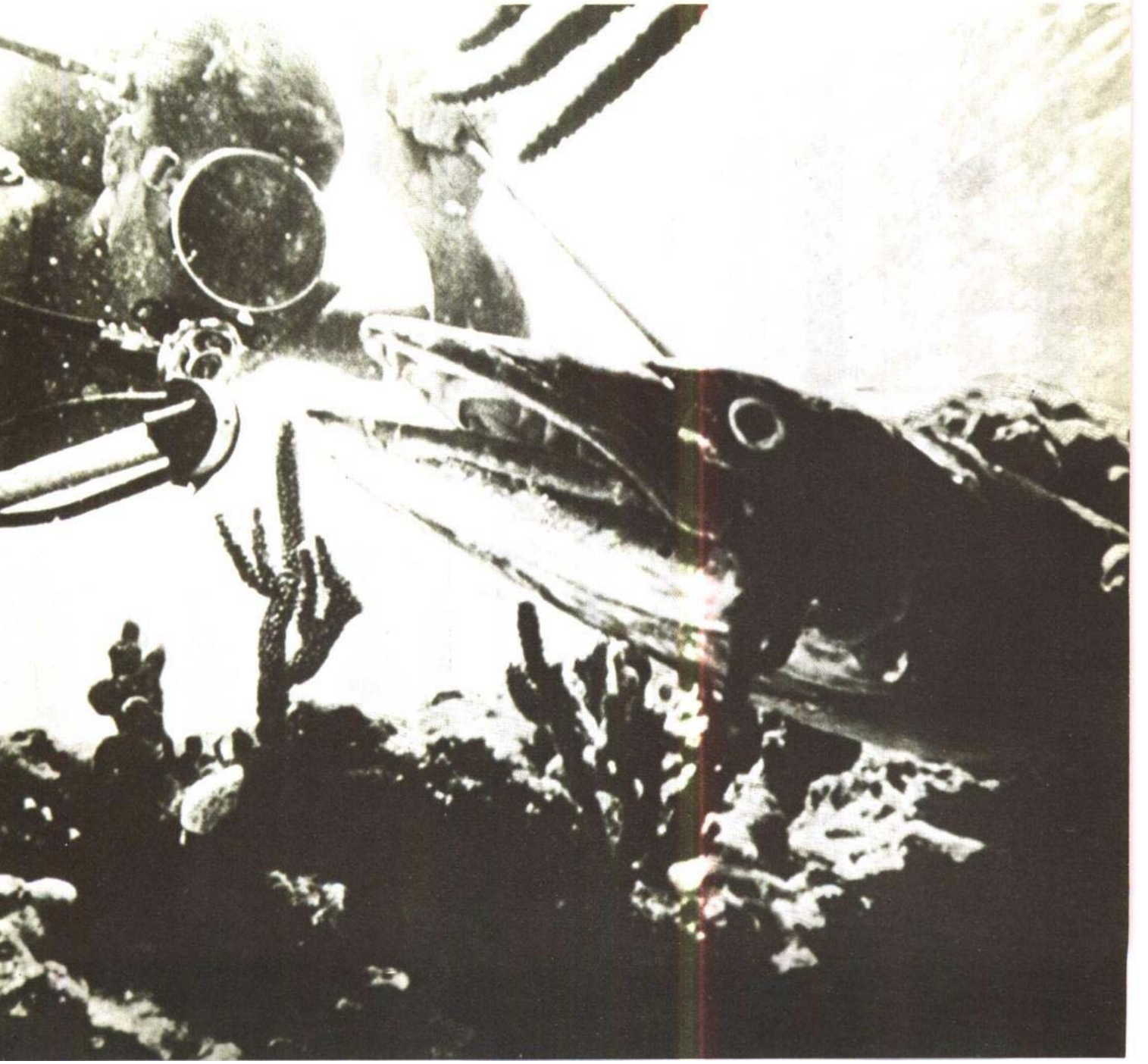
◀庫狄・賈奎斯・伊魏斯　西元一九四三年，庫狄從事早期水肺實驗，那是一種不需連接空氣管，而能在海中自由探險的創新裝備

▼裝上近代化水肺的潛水夫，能在海裡如魚般地靈巧活動

，於是卡克尼提供他一個小小的機械裝置。

這是一個將烹調用瓦斯自動供給汽車的活門。戰爭中，法國汽油供不應求，人們爲尋找代替的能源而做種種實驗。

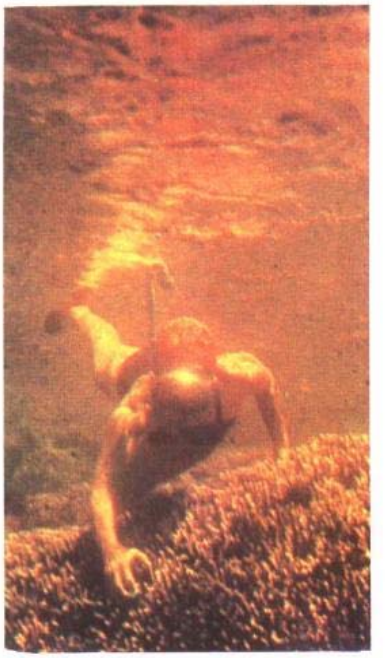
幾個禮拜後，庫狄與卡克尼利用活門造出人類第一部吸排氣調節器，庫狄就在巴黎附近的塞納河試驗這個設備。雖然大部分的空氣從調節器漏出而成爲無用的泡沫，但庫狄卻能舒暢的呼吸，然而當他倒立身子時，空氣便被阻



而使得他無法呼吸。這次的試驗算是失敗了！

回巴黎的途中，他們反覆地思索問題的關鍵。調節器的排氣孔與吸氣孔相距十五公分，當站在水中時，排氣孔位在吸氣孔上方，游泳時兩孔同高，頭垂直向下游時，排氣孔便比吸氣孔低十五公分，這少許的氣壓差距，阻礙了空氣的流入。要解決這個問題，只要消除壓力差距，使排氣口接近吸氣口就可以。他們在巴黎試驗槽，終於如願以償地完成這個試驗。可是，庫狄渴望知道，在高壓力的深海中，是否能順利的使用這個調節器。若想得到這個答案，除實際潛入地中海，別無他法。

西元一九四三年六月某日早晨，庫狄前往里威拉小城市的曼德魯車站，領取寄自巴黎的小木箱。他租了一幢很大的海濱別墅作爲潛水活動的基地，並且邀請潛水伙伴腓利普・泰利耶、弗雷廸里克・廸馬前來。他們選了一處最不引人注意的海灘，展開這項新裝置的潛水試驗。大戰中，德、義二國曾用軍事潛水夫從事戰事，初期的潛水士兵只帶水中呼吸器，危險多而且只限於在四十呎深內活動，爲了發展更進步的潛水裝置，德國海軍花費四〇〇萬馬克從事研究工作，然而德人所能思考出的任何機器，絕對不比庫狄的裝置更進步、更實用。領到木箱後，庫狄馬上帶



▲在里昂灣沿岸淺水域中，利用水肺裝備調查珊瑚的潛水夫雖然動作靈活自如，但每隔二、三分鐘就須回海面上呼吸空氣

◀靠海上供給空氣的潛水夫；雖能長期潛於海中，但活動範圍卻受管子的長度所限制

往在巴黎海濱別墅等待的廸馬、泰利耶。庫狄曾在他所著作的「沈默的世界」一書中，對這時的情景有如下描寫：

「當我們打開水中呼吸器木箱上的繩子那一刻的興奮，遠超過第一次收到聖誕禮物的孩子的快樂。映入眼簾的是，如鬧鐘般大小的空氣調節器，以及與之連接的壓縮空氣圓筒所組合而成的東西，調節器上另有兩條管子與吸氣孔連接，我將這個裝置背上背部，戴上蒙罩眼睛、鼻子的耐壓玻璃罩子，穿上橡皮製的蛙鞋向深海自由游行。」

▼背有水中呼吸器的潛水夫，每次可於海水中自由活動五、六小時之久，背上的壓縮空氣氣筒是不可缺的裝置——由調節器、面罩連接而成，潛水時，能供給適量的空氣。

以一個領導者的身分，庫狄最先試驗水中呼吸器，綽號「大眼潛水夫」的廸馬，則在海邊待命，以防庫狄發生事故時，可以及時予以救助；庫狄的妻子席莫茹也戴上水中眼鏡，在他潛水正上方水面游泳，執行看守的任務。

在廸馬和其他伙伴，協助庫狄背上圓筒，並把重約三公斤的鉛錘綁在他的背帶後，庫狄如卓別林般地一搖一擺地往海邊走去，安靜而緩慢地潛入水中。庫狄曾記載著：

「我很輕鬆地呼吸新鮮空氣，當我吸氣時，可聽見咻

咻咻的聲音，吐氣時，有輕輕的水泡沙沙作響，調節器正確地調整我所需要的壓力。」

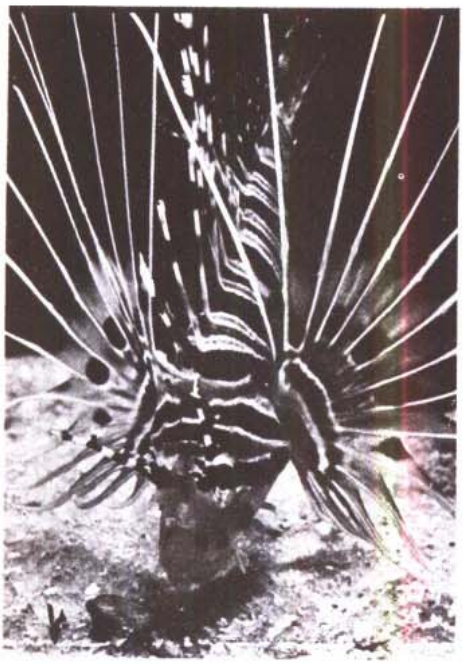
「深綠色的海草、黑漆一團的海膽、像小白花般的藻類繁茂地充滿海底，有一個不很大的峽谷……。海底的砂，向無垠的深綠地傾斜……。雙手在腹部拍拍水，用脚踢水加速，我再度下沈，終於到了海底。多麼興奮啊！我仰望水面，它就像一面傾斜的鏡子，在我正上方姿態美妙的席莫茹就像洋娃娃那麼渺小，我向她招手，她也向我招手……。」

「我打滾、連續翻幾個筋斗，快速旋轉，只要帶著水中呼吸器能作的動作，我都做了！我用一隻手指支持而倒

▲西元一九六四年，庫狄·賈奎斯·伊魏斯因拍攝海底電影「沒有太陽的世界」而得獎，這是他數部探險海底世界電影的其中之一

▶影片中正在調查古代沈船的潛水夫。西元一九四三年，庫狄確認他所發明的潛水裝置，對水中打撈作業很有貢獻，因而拍了一部名爲「沈沒的船」的電影，這時，他與伙伴，已能潛水打撈超過一三〇呎深的海底。

▶等待裸體潛水夫的陷阱，這名叫獅魚的海底動物，背上長滿了毒針。



▼在英格蘭海岸的打撈作業中，潛水夫將繩索從海面拉入海底。

立，突然地感到好笑極了，便發出尖銳的笑聲，我可以做任何動作，空氣自動調節的節奏卻一點也沒變。因爲重力和浮力對我毫無影響，這是在沒有水中呼吸器協助以前，我們無法想像的世界。」

長年累月的努力，庫狄和伙伴們終於到達六十呎以下的海底世界。

令人興奮的第一個夏天過去了，庫狄和同伴成功地完成五十呎至一〇〇呎的潛水有五〇〇次之多，他們正確地利用這個水中呼吸器，發現了新的世界，但是庫狄仍然存疑：

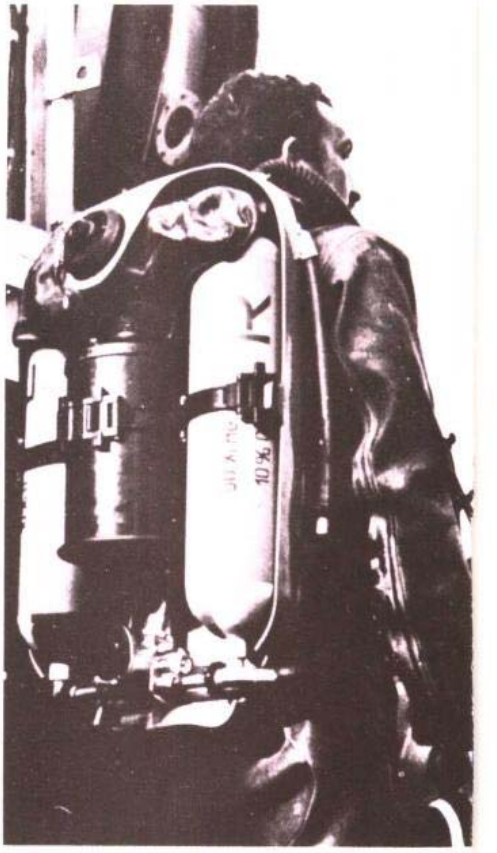
「潛水固然是件大事情，但是如此輕易完成似乎非比尋常。我們不能預知，什麼時候會有無法想像的陷阱在等待我們。」

大戰還在繼續進行中，德軍終於侵入法國東南方地中海岸的里昂灣基地，在港口的法國艦隊損失慘重，兩艘曾爲庫狄服勤過的船隻也被擊沈。西元一九四三年，庫狄與伙伴攜手拍攝以「海洋遇難船」爲題的電影，影片中有打撈沈船的場面，無形地展示並證明了水中呼吸器的功能。

在潛水夫調查的沈船中，有一艘是曾爲希臘某公司租用的拉魯敦號英國汽艇。西元一九二八年聖誕節前夕沈入馬賽附近海面，船身沈於七〇至一〇〇呎深處，船尾則陷落於更深的三〇呎處，潛水夫猶豫不敢動手，庫狄卻認爲這是考驗水中呼吸器的良機。他們成功平安地完成一三二呎深的潛水計劃。

事後廸馬特別強調，使用水中呼吸器不會受潛水病的影響，也不會有其他傷害，爲了證明這個論點，他準備往更深處探試。

西元一九四三年十月十七日，試驗潛水準備就緒，他



▲打開箱蓋，可清楚看見潛水用箱內的氣筒　筒內有氦與氧混合氣體，它不像氮一樣，加上海水壓力後會傷害神經細胞，而能在一五〇呎以下深海處運用自如，庫狄的同伴有曾被壓縮氮麻醉的經驗，並稱之爲「氮醉」

們再三地仔細測量每隔一定距離打結爲記號的繩子，並請地方官吏親自驗證後，由廸馬先將它放入二四〇呎的深海裡，隨後有兩艘滿載公證人的汽艇伴隨，護送庫狄形容爲「死刑犯」的廸馬到潛水地點。廸馬帶著沈重的錘子，他必須依自己的體能潛入深海，將重錘繫住繩子，才能返回海面。

廸馬潛入波浪裏；擔任救援的庫狄與令人窒息的波浪搏鬥後，隨即潛入一〇〇呎深海中，執行保護工作，事後他回憶：

「我跟隨在他的後面……。有點頭昏目眩，我只見到他的手部、頭部不停地往褐色深海潛進！」

▼現代潛水夫使用的帽子　比西元一八〇〇年的重型帽容易戴且舒適，眼罩是由外面包起來，所以視野較廣，氦氧混合氣體的開關從側面插入帽內與潛水帽相連。

廸馬對這次紀錄性的潛水，曾有如下敍述：

「……我想看清周圍情景，可是沒辦法。大概是太陽沈落了，或我的視力衰弱了。依繩結的指示，我知道我已深入一〇〇呎處，身體並沒有不適的感覺，可是呼吸有點喘，遺憾的是繩子無法直垂下來，而只能傾斜在黃綠色的大海裏……。我雖有些記掛著繩子，但是心情非常好，內心充滿一種奇妙的幸福感。接著我像酒醉般感到耳鳴、口苦，海浪使我像飲酒過度般地搖幌身子。」

「我忘了庫狄和船上的人，眼睛疲累不堪，但我仍盡力地往下潛，努力思考海底的情景，可是毫無效用，只感到昏昏欲睡。四周稍微明亮了，我又到另一個繩結，我好不容易才抓住它，又經過一番掙扎後，才將重錘綁上這個繩結。」

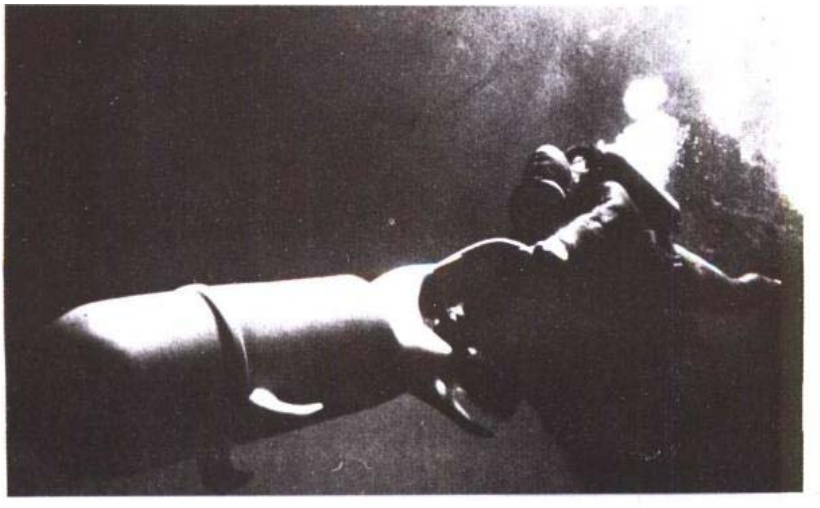
「身子如泡沫般迅速而愉快地上升……。酒醉似的心

▲在中央的兩個潛水夫，爲完成庫狄的海中生活實驗，而做種種嘗試。庫狄相信人類能像魚一樣生存在海裏。西元一九六二年，他將這兩個潛水夫送進海面下三三呎的「海底房屋」，生活一週　這項實驗完全地成功後，庫狄更積極從事更具野心的一連串計劃。

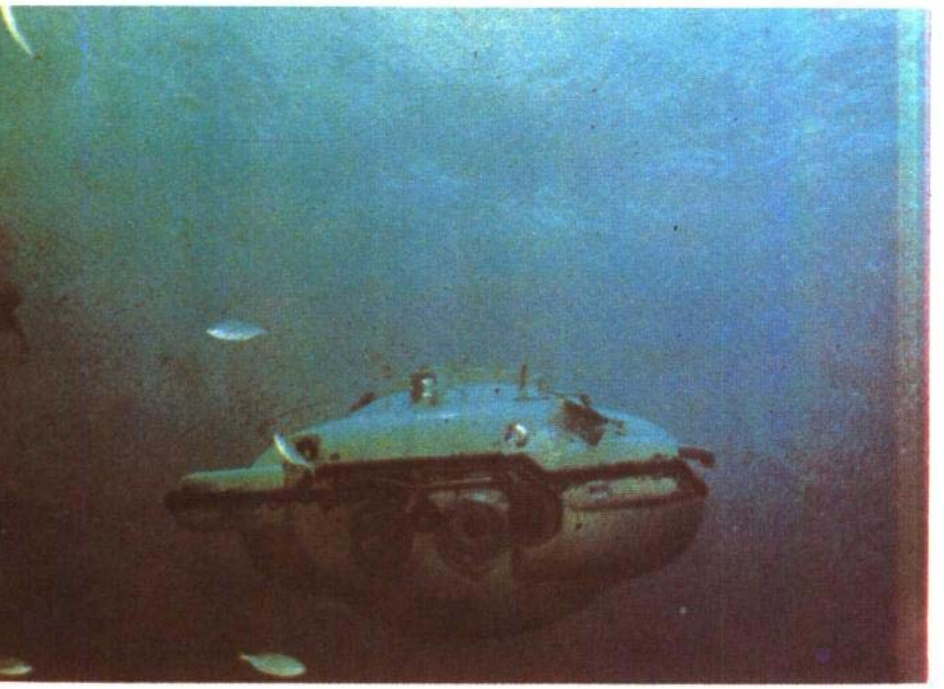
▶由橡皮艇救回的潛水夫　他是西元一九六七年，在英格蘭西南海岸調查遇難船的潛水夫

情一掃而空，我恢復以往的清醒。他們告訴我，我一共潛了七分鐘，但我懊惱無法潛至比庫狄還深的海底。」

重錘雖然綁在二一〇呎處的繩結上，可是因爲繩子在水中彎曲，所以實際上廸馬至多只潛了一〇〇呎。然他發現在海底有種比潛水病嚴重的病症，那就是庫狄伙伴們所說的「深海酩酊狀態」，即潛得愈深，酩酊的感受愈強烈，最初的意氣洋洋變成昏昏欲睡，終至有氣無力的狀態，這時，潛水夫的思考會變得混亂無緒，這種「氮醉」使潛



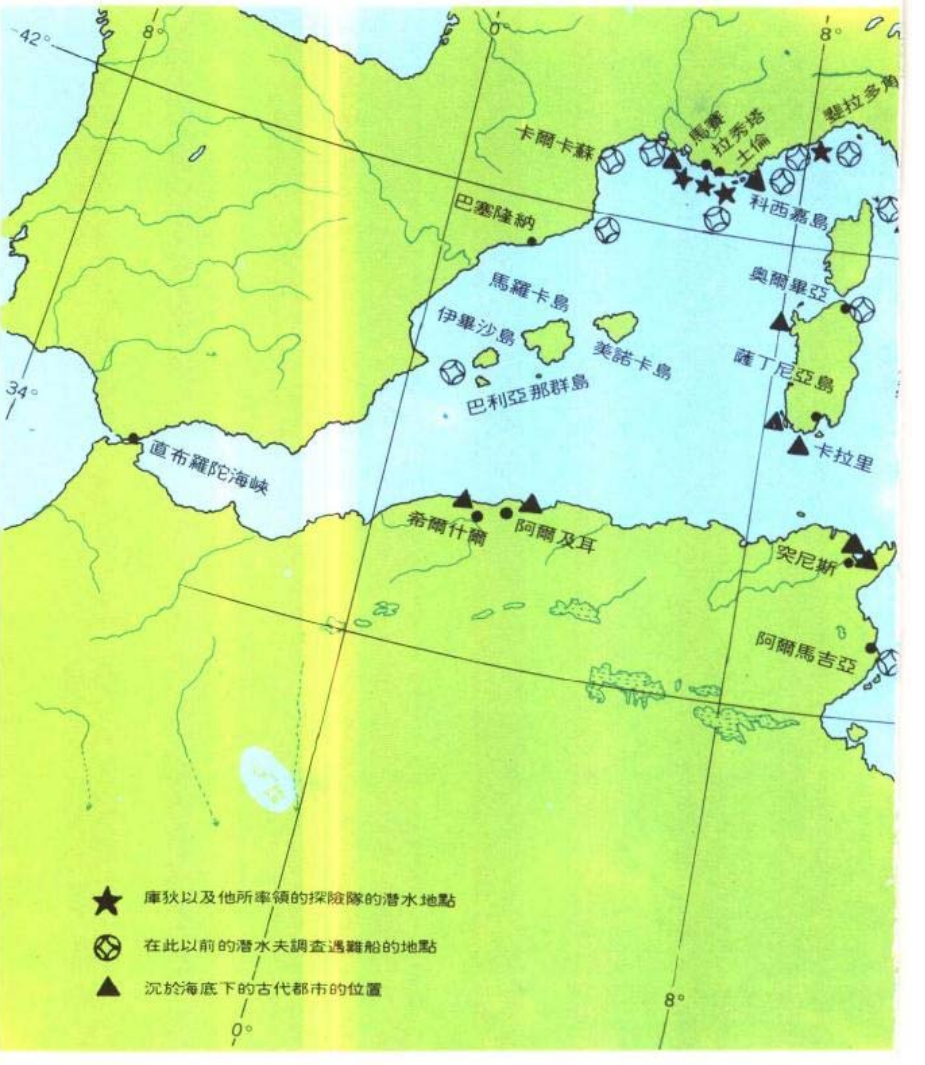
◀使用水中推車的潛水夫　這個裝置坐起來很舒適，它能節省潛水夫在海中逗留的有限時間。



▶一名戴了水中呼吸器的潛水夫，由海底撈出一隻大壺。

▼地中海的海中探險地點的地圖。西元一九四三年，庫狄和同伴首次完成水中呼吸器實驗，使得深海潛水有了革命性的成功。這個偉大的貢獻，消除以往潛水時，須使用連接水面與自己的空氣管所約束的不便

▲庫狄的潛水圓盤。它自由自在地在海中活動，噴水推進，能載兩名乘員達一〇〇〇呎深海底。



水夫產生一種安全感的錯覺，他會將裝備用力拉壞，甚至誤認游過身旁的魚類會缺乏空氣致死，而將氧氣筒慷慨捐贈，有些則確認自己帶有香煙，雙手不停地在空袋口搜索。

這種酒醉狀態，就是「氮」引起的麻醉狀態，這證明了氮對神經系統的影響。

現在的深海潛水夫，爲避免氮醉，使用氮與氧的混合瓦斯。西元一九四三年，人們並不清楚深海底的狀況，所以有關潛水深海的種種教訓，都是個人付出很大的代價得來的。

戰爭終了時，庫狄將自己拍攝的「沈沒的船」這部電

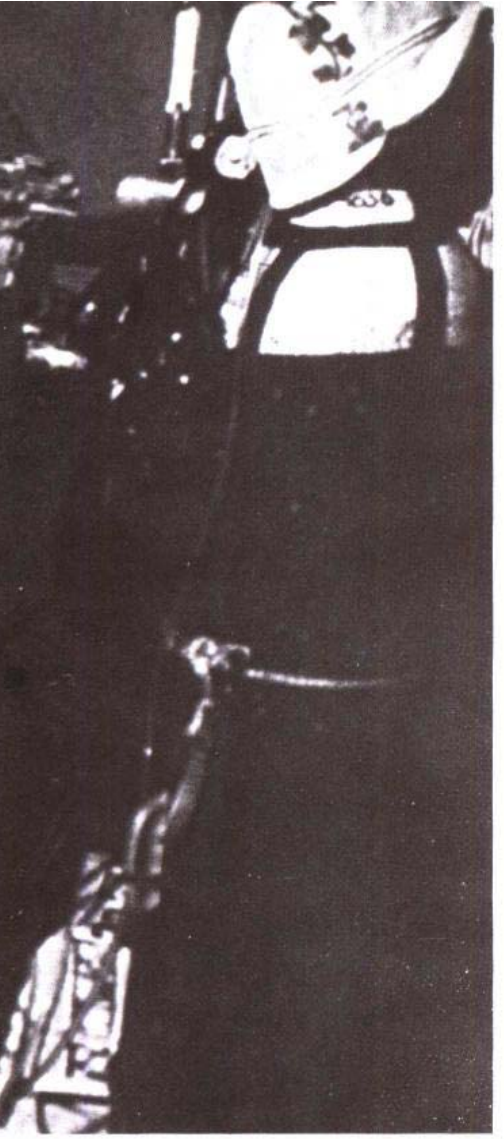
▲庫狄在自己設計創造的，最初海中住屋—福雷空基朗一號。西元一九六二年秋天，亞爾伯特·法爾克和克羅多·衛斯理兩位潛水夫在這設於海深三三呎處的海底房屋，逗留一週，它是潛水夫每天潛水工作的基地。

▶海底房屋福雷空基朗一號的外側景觀。這個長五·二公尺長的圓柱體，是用三四噸鑄鐵固定在海底。潛水夫們以屋底日夜開放的門戶爲進出口。福雷空基朗一號的實驗，證明人類能在海中生存活動。

影，放映給海軍部官員們看後，庫狄被任命擔任打撈戰爭中被擊沈的船隻，並組織一個潛水調查團。庫狄與泰利耶、廸馬以里昂灣爲基地，合力組成海中調查小組，小組中包括有其他海軍將領與許多科技專員。海底有許多戰時埋設的水雷尚未爆發，因而增加調查工作的危險性。

調查小組的活動逐漸擴展，海軍部再次給予更艱鉅的工作，他們不斷地潛水、拍攝、實驗，一面努力工作，一面砌磋技術，使工作更完美。然而「氮醉」仍舊困擾著他們。西元一九四七年夏天，海中調查小組決意探測更深的海洋，目標定在三〇〇呎深。四年來，沒有人打破廸馬二一〇呎潛水紀錄。

庫狄決定第一個潛水，手中握著很重的鐵片下沈。發現愈靠近海底，日光照到水面的青色度愈淡薄，他撥水往

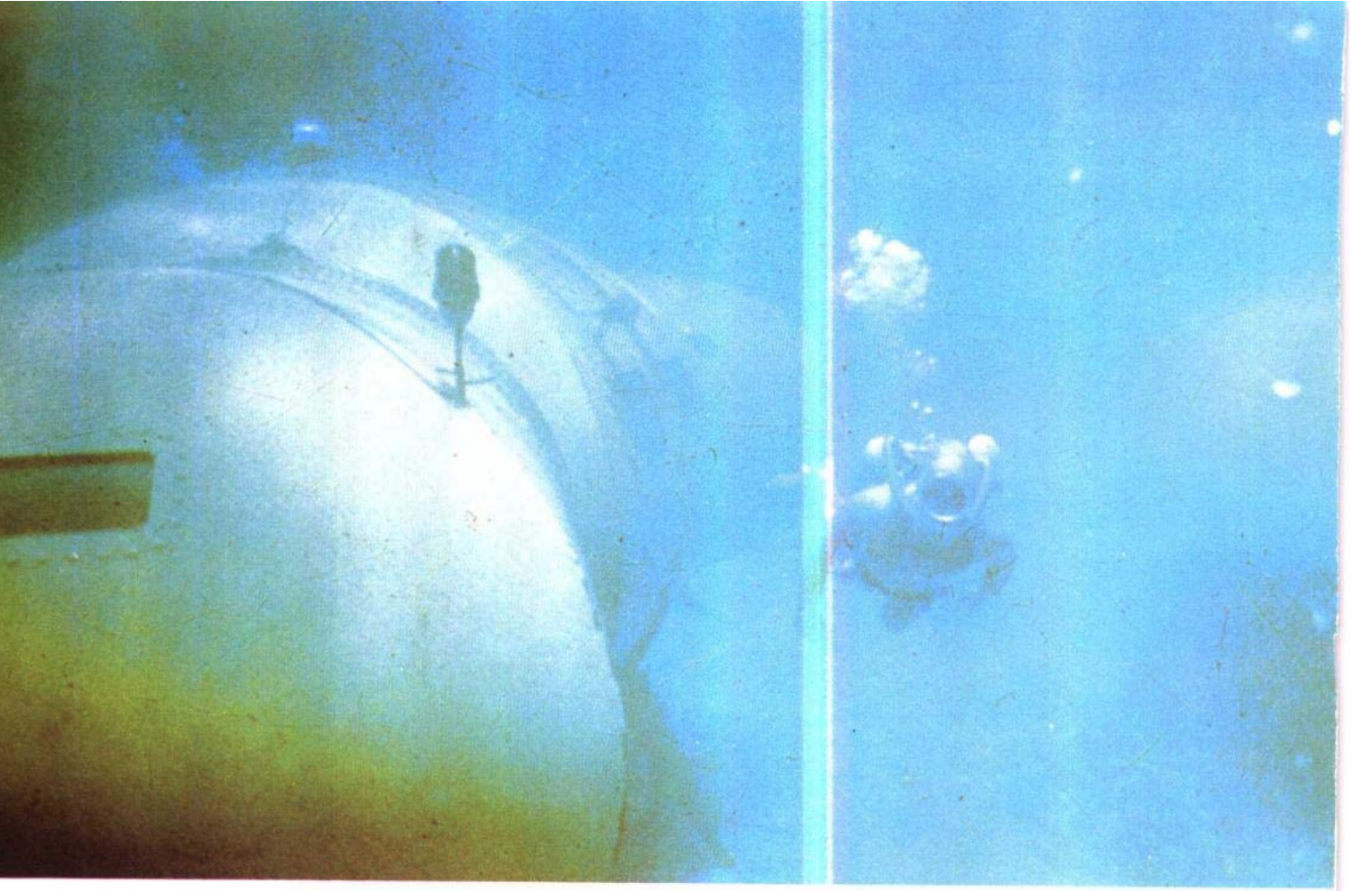


下潛進，到達二〇〇呎深時，庫狄拉住綁有傳言版的繩子，在版上寫著：「我聞到像金屬味道的壓縮氮氣，同時感到強烈的酒醉狀，哦！氮氣是種令人討厭的氣味！我把愚笨的自己吊在繩子上面，另一個我則微笑樂觀地站在旁邊，並沒開過口，嘲笑般地注視我這個可憐的潛水夫，數秒之後，樂天派的我指示愚笨的我，趕快解開繩子，再往下潛進。」

庫狄到達二九七呎深處的傳言版簽上自己的名字後，將鐵砂碟全部丟掉，像子彈似的飛速上升，此時，他已成爲全世界潛水最深的潛水夫了！

後來，庫狄的潛水同伴中有五個人，雖能潛至二九七呎深，卻無法在傳言版上寫出有意義的字句。

夏天過後，他們又展開一連串欲超三〇〇呎深海的潛水計劃，這次第一個下水的是摩里斯·法魁斯，他一直往下潛進，偶爾強力拉動繩子表示一切順利，突然，這個向



▲位於紅海夏普露密環狀珊瑚礁中的海底房屋福雷空基朗二號　這座庫狄發明的第二座海底房屋，像海盤車一樣是用多數圓筒造成，說它是個家，不如說它是個村落。西元一九六三年，有五個人在此居住一個月之久。此時庫狄對潛水深度新紀錄已無興趣——福雷空基朗二號建立海面下三六呎處。

上傳的信號斷絕了，於是安全組人員火速跳入海底，要在一五〇呎深以內海裏接他，同時海面上的同伴很快地拉上法魁斯所攀附的繩子，當安全人員找到法魁斯時，他的口罩已掉在胸前，後來同伴們發現綁在三九六呎深的傳言版上簽有法魁斯的首字母，他創下比以往的紀錄更深一〇〇呎的潛水，然而小組的同伴們，沒有人敢再向氮醉挑戰。

西元一九四九年，庫狄登上卡里普索號，擔任指揮工作，船內的裝置完全配合調查海洋學的一切所需。

西元一九五二年，庫狄開航至馬賽附近小島格朗康普烈島，展開比以往更具意義、更富趣味的打撈，這是被推定沈沒於紀元前二三〇年的一〇〇噸貨船。

庫狄在這次打撈工作當中，有了發展海中電視廣播的新構想。庫狄向一家大規模的電視公司借了攝影機，安置在精密的箱子中，使水中潛水夫與海上工作人員都能操作

。水中麥克風可將船上的指示傳達至海裏，船上的參觀者可以在電視螢幕上，清楚地看見潛水夫的海中作業情形。

短短的幾年裏，海中探查已逐漸改善而有了相當的進步。庫狄的新發明中，最值一提的是潛水圓盤，就是兩人座的潛水艇，它有像人手一樣伸出圓盤的探查機器，利用噴水向前推進。

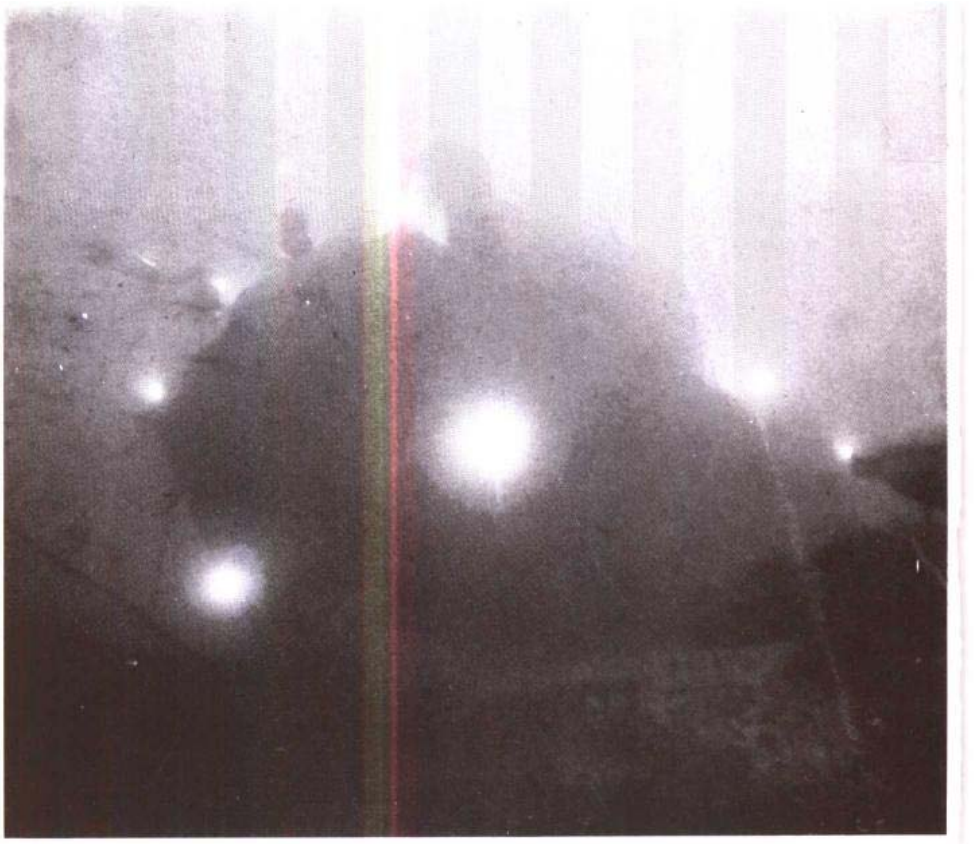
庫狄和同伴們，雖然花費數千小時在海中潛水，可是他們瞥見的只是充滿新奇的海底之一小部分。因爲他們每次潛水只能在海中停留數小時，若在潛水器裏，就能長期逗留，或往更深處潛進。但是如果到了這種情況，他們已不是在海裏，而是關在鋼鐵製的監牢裏。要使人類擁有舒適心悅的「海底住家」，下一個步驟，該是把人類變成眞正的海裏動物吧！

庫狄是研究這種海底站第一位專家。西元一九六二年九月，他建造了世界第一座海底房屋福雷空基朗一號（意味大陸棚據點），位於法國南海岸邊的深三十三呎海底，庫狄的兩個潛水技術師〔註〕同伴，在此生活了一週。

福雷空基朗一號是長度五・二公尺，直徑二・四公尺的鐵鑄圓筒。圓筒的出入口開設在房子地板下的升降口，因其內部壓力與外面海水壓力相等，所以不需用門。潛水

▶海底房屋福雷空基朗三號人員，在游泳前互相緊固口罩，潛入海中三三〇呎深度時，不可沒有完全的裝備，若潛水中途發生了困難，都須迅速回到屋內　因爲在水壓不減的狀況下，從深處游至水面，生命將受到嚴重威脅

註｜　潛水技術師：受過高度訓練的潛水夫，能夠居住海底從事海中作業，他的職責、能力比普通潛水夫高。



▶庫狄第三座海底房屋福雷空基朗三號，這是分有二層、直徑五．五公尺的球體，上層供作飲食、科學研究，下層是寢室和潛水出入口　六個潛水技術師（包括庫狄之子菲利浦在內）在海底深三三〇呎的海底房屋，生活了一個月

技術爲證實人類在海中不但可以生存，並且能有效率的工作，每天可工作五小時。

有關福雷空基朗一號的問題，庫狄有如下的記述：

「他們（潛水夫）被船艇和船上的人支援著……。不僅被支援，而且是過分地援助。其他的潛水夫以及普通的救援隊人們，也會潛水訪問海底房屋。所以使他們時常產生一種錯覺：他們是居住在巴士上。一週很快地過了，這些潛水夫拒絕回到海面，而他們的健康情況也很好。」就這樣邁向海中居住的第一步。

與庫狄福雷空基朗一號實驗同一週，比利時人羅勃特．史蒂紐特在另一個海洋進行海底實驗。這是美國發明家愛德文．亞伯特．林克所發明的一個〇．九一公尺×三．四公尺的鋁製圓筒。羅勃特在二〇〇呎深逗留了二十六小時，這期間，他撥出若干時間探查屋外的海域，當他逗留

成功之後，美國的海底居住計劃便慢慢地推廣。

在這次實驗成功之後六個月，庫狄使用內部連接的五個圓筒（海底村）和由一個圓筒構成的前進基地福雷空基朗二號，開始實驗設立海中社會。這位於海面下三十六呎下的海底殖民地，有五個男子在此生活一個月，後來基地降至九十呎深，只剩兩個男子在此生活一週，一直試驗到一六五呎深處，這已是人類能有效工作的界限。

福雷空基朗二號實驗中有一個值得注意的發現：庫狄召集條件平均的人組成實驗團體，他認爲參加者不需是專門的潛水夫或體力條件最高的年輕人，而這個想法被證實了。二號成員是以其技藝優良而挑選出的機械師、廚師或科學家。庫狄並考慮避免讓海底居民被海面人們干擾。

西元一九六五年，庫狄設立了他最具野心、海中最深處的幻想海中住屋——福雷空基朗三號。這是人們潛海計劃中最前進的基地，新的住居位於離海面三三〇呎深處，有六人居住。照庫狄的說法，這六個人都是一流的潛水技術師，他們必須符合類似在黑暗的深海裏三週的水上生活計劃。

▼安置在福雷空基朗三號的大海底遊艇鑽探機模型，及在此工作的潛水夫　他們的主要任務，是試驗這些裝置是否能在比一五〇呎更深的地方保持正常狀態

當庫狄在設計福雷空基朗三號時，他下了一個結論：住在海中的人須面臨一個絕對性的危機，那就是與海上聯絡的海底電纜、管子所帶來的麻煩。供給呼吸用的長管很容易被海中暴風雨或其他事故所破損。所以最理想的情況是，使屋內人們在沒有遇到緊急事故時，盡量避免接受海上人們的幫助，而能完全自給自足。

新的海中據點是，一個能載負七十七公噸砂礫的八・五公尺高的槽台，台上有直徑五・五公尺的圓球體。這六個潛水技術師在將它曳航至地中海費拉多海岬之前，曾受高度訓練，能習慣在十一氣壓壓力下，使用氦與氧的混合

氣體。雖在陸地上卻也得像過在海底三三〇呎深的生活狀態。氦與氧混合氣體解決了潛水病、氮醉的困擾，然而又產生了一個新問題：氦是種很輕的氣體，呼吸有氦混合的氣體時，聲帶振動變得極爲快速，就如海洋權威學者所說：那聲音就像唐老鴨生氣時的說話聲。庫狄的潛水技術師在海中幾天，對彼此的談話，都無法了解。

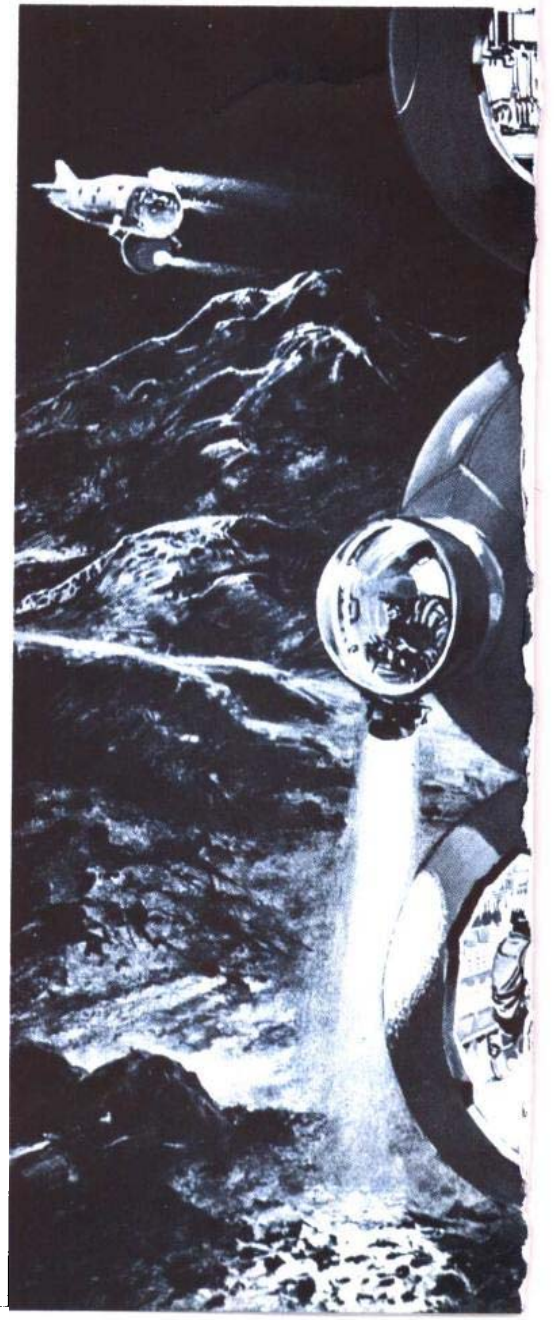
庫狄認爲除緊急事故外，福雷空基朗三號一定會經歷兩次的危險期，第一次是把屋子降落海裏，並使巨大球體正確地著落在預定地點；另一次危機是把潛水技術師所住的房子，在他們自己操作下，安全地拉回海面。

第一個危機，安然渡過了！海底房屋在原預定目標點一呎內著落。爲控制海底油田的石油流出，特地設置了五噸重的採油器，並用大小適中的開關、管子完成細密的控制系統，雖然看似輕易，實際實行卻也相當困難。福雷空基朗三號的潛水技術師，卻成功地保持了深海採油台，這說明了在任何深海裏都可採掘石油、打撈沈船，甚至開拓海底農場。

三星期裏，六個潛水夫一面在石油台工作，一面大膽地遠離海底基地，潛至三七〇呎深觀察海底生物。第二個危機漸漸逼近，圓球體由內部緊緊關閉著，首席潛水夫轉動曲柄將砂礫丟掉，想要讓球體從海底解脫而緩慢地浮上水面，當砂礫重量被解開時，海底堆積物激起了許多的漩渦，漩渦由小變大，球體一動也不動地仍附著於海底。

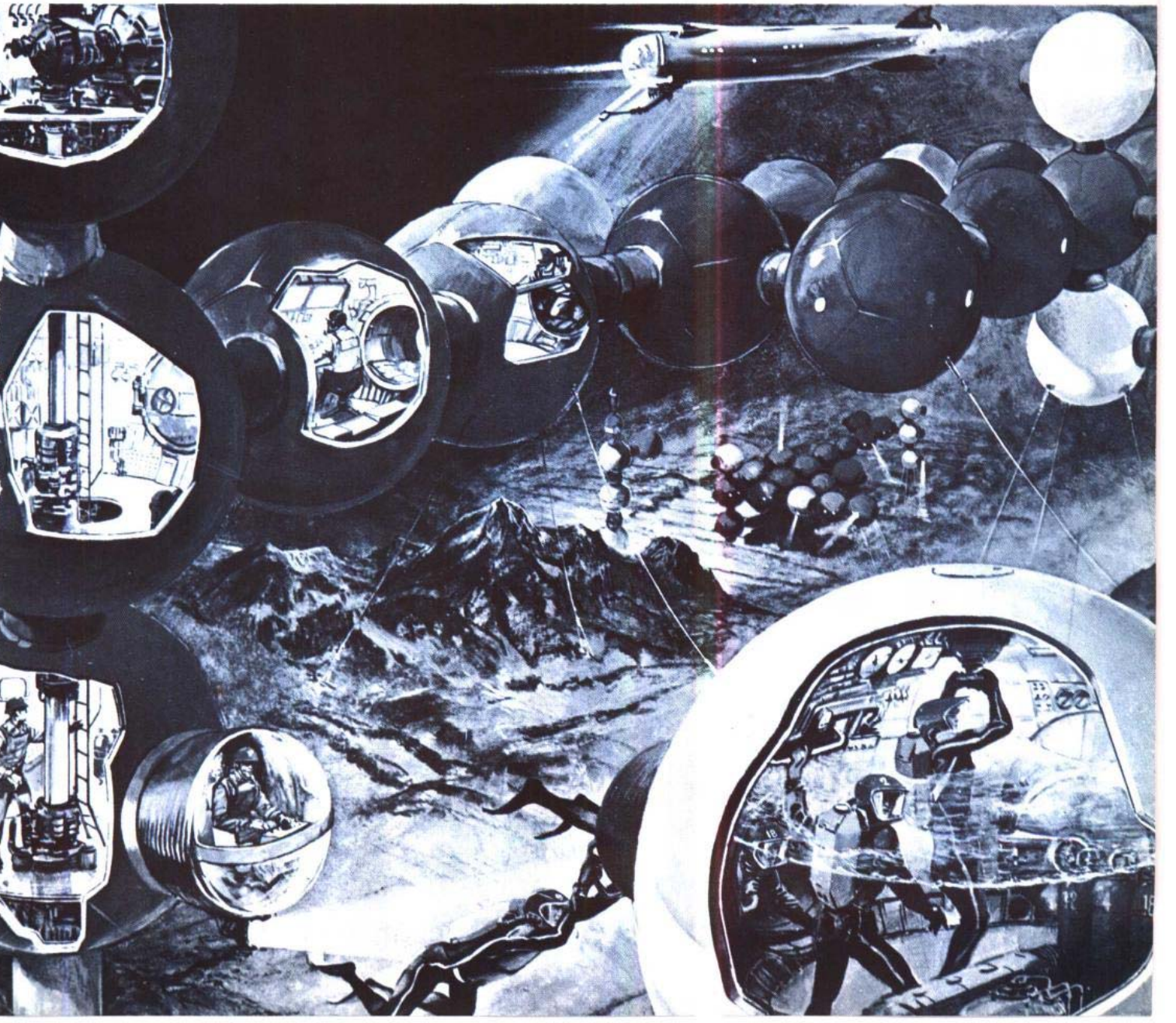
在海岸上的司令站，用電話向海底房屋裏潛水夫建議：把壓縮空氣灌入置放鐵砂礫的槽台內，但要注意不能使房子過於迅速衝上水面。海底房屋指揮官安德烈・拉巴恩打開壓縮空氣開關二秒鐘，「還是不動！」他向司令站報告。庫狄再次提示：「請再慢慢放一下。」結果仍舊不動

▼GE公司想在西元一九八〇年從事深海都市建設，由於玻璃在海中不像鋼鐵會被腐蝕，因此，在建設永久的海底房屋時，它可能成爲重要的建材這是由許多直徑三・七公尺圓球體連接而成的海底都市，它是建設在大西洋深一二〇〇〇呎深海中，能自給自足的都市



「好，再放一次吧！」安德烈邊說邊打開開關。福雷空基朗三號終於搖動了！球體緩緩地向上升，數分後，巨大的球體終於浮出海面，裏面的潛水夫爲適應陸地上的氣壓，必須接受八十四小時的減壓工作。庫狄這夥人，獲得令人難以相信的成功！

目前海底居住的計劃不斷地實驗著，人們不斷追求比以往更偉大的理想，每一次的成功試驗，都是邁向深海道路的里程碑。而這位熱心領導的潛水技術師先趨者庫狄・賈奎斯・伊魏斯，對海底探險的確有着莫大的功勞。



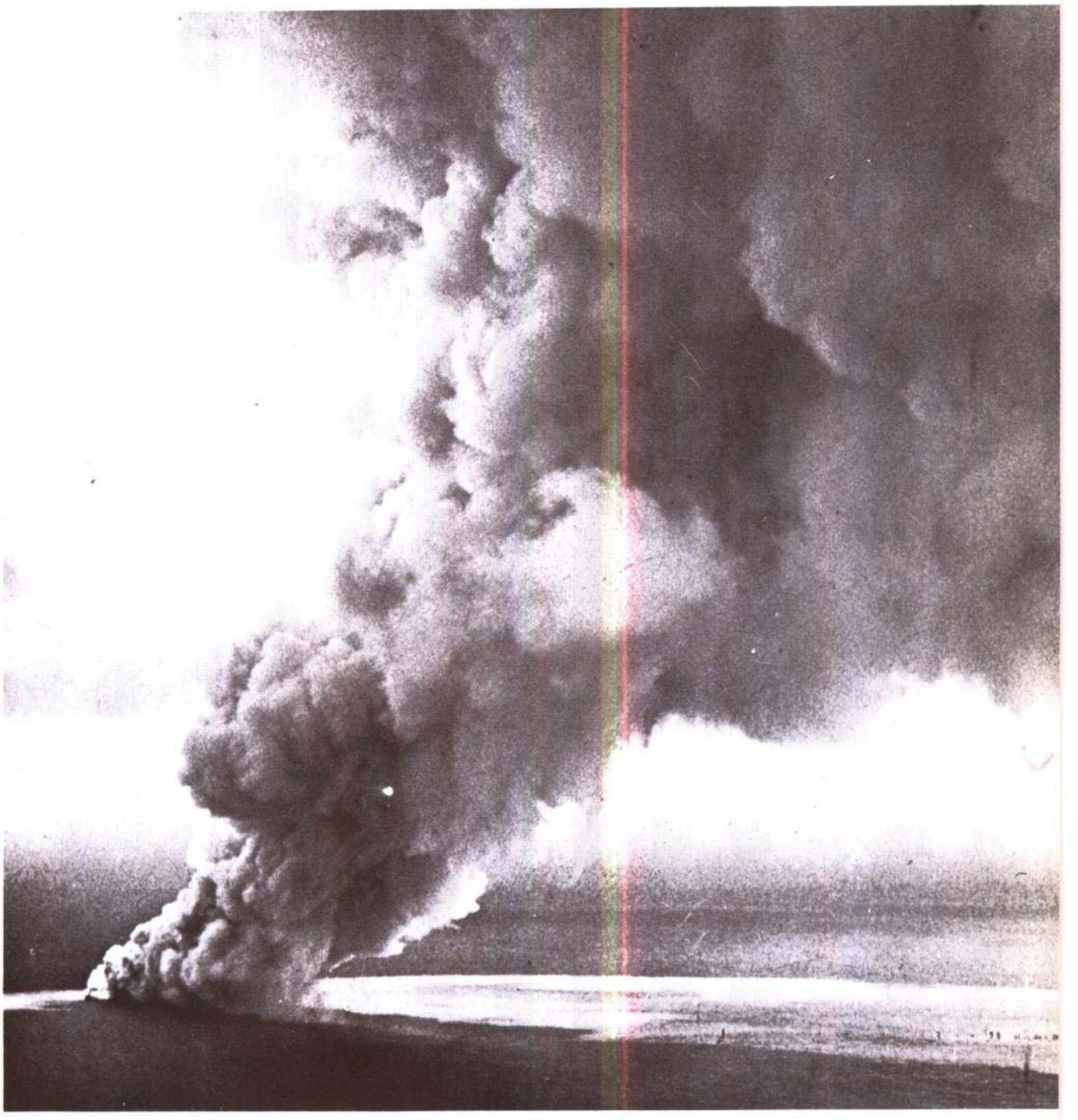
8 海洋的歷史

由於潛水者和潛水艇的貢獻，人們對於海中世界的知識日漸增加。「實際潛水觀察」的深海探險似乎永無止境，而大部分的海洋調查，範圍還很小。有關海洋的探究，對我們了解人類居住的地球，有莫大的助益。

在許多活躍於海洋的調查船中，以威瑪號收穫最多，且保有了最珍貴的調查資料。因爲威瑪號活躍在世界上各個海域，其航行的範圍比任何同噸位船隻都要廣泛。

這艘全長六〇・九公尺鋼鐵外殼的三桅縱帆小船，是西元一九二七年某富人的遊艇，在飽經波浪的生涯中，行駛於加拿大、西印度群島之間，載運許多木材，且帶回西印度群島的拉姆酒。西元一九五三年，威瑪號被哥倫比亞大學拉蒙德・多哈迪斯地質研究所收購，並重新裝設海洋學研究所需的裝置、鐵製甲板與甲板室，外貌煥然一新。然而依舊沒有適當的救生艇，更沒有淡水蒸餾設備，而且也沒精密的隔間。有些海洋學家譏諷「威瑪號狹窄的船室就像浮在海面的棺材」。儘管如此，威瑪號是許多船舶中最具耐波性的一艘。

浮在海面上的研究室，威瑪號初期的航海極爲熱鬧。它引發了連串的海底爆炸，隔在幾里外的另一艘船仔細記錄這些爆炸聲響，不久，這兩艘船任務互換，這次由另一艘船引起爆破，而威瑪號的科學家們則詳細加以記錄。爲了解可能在四〇〇萬年前、甚至是四〇億年前的地球，兩艘船的科學家調查層層堆積的大洋底，甚至貫穿大洋深處的堅固岩層，利用人工爆破，拍照等方法，從海洋深處獲得



▲距離日本太平洋海岸二四〇公里處之水中火山爆發；它的爆炸物形成島嶼。科學家們相信海洋底的地殼很薄弱，但直到最近才得以探測這個秘密。

地球過去的歷史。

水中強烈的爆炸，引起非常劇烈的衝擊，爆發的聲波向四周擴散，並以水中音速——平均每秒一・四三三公尺，是空氣中音速的四倍——向海底傳進。當這些音波碰至海底時大部分反射回來，一小部分則穿過大洋底，進入下

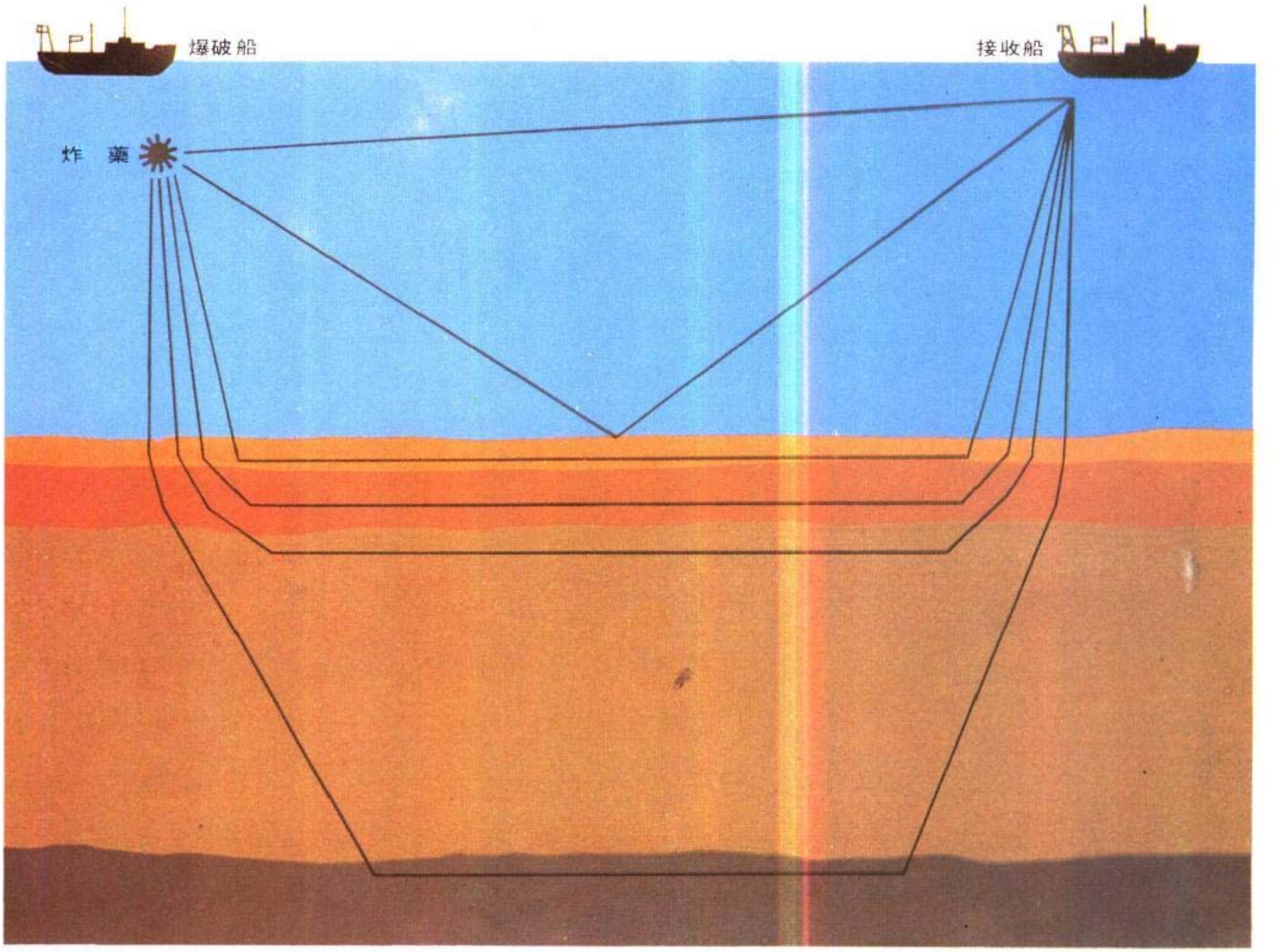
一層不同的物質層，當然，其中還是有一部分會被反射回去，但仍有一小部分滲入另一層物質層，再透下一層，最後進入海底最底的基層。也就是說，聲音透過海水，到達沒有任何物質著落下所形成的海洋硬固底岩層，而反射回來。

音波碰到海底各層，不僅反響回來，而且也像空中的飛機一樣擴散雜音，順著水層流動。接收船的水中麥克風，靈敏地感應出這些由不同水層反射回來的聲音，並且正確地記錄回響所需時間，而推算這些地層究竟多深，向上、向下傾斜或成水平，甚至可推定海層組成的物質是什麼。探測海底地層，必須運用無線電嚴密的聯絡，完成共同作業。

爆破船必須按照計畫，從船舷將炸藥丟入海底，而接收船則須清楚知道炸藥爆發那一剎那的時間，因爲他們所使用的水聽器能接收發電機的低音、馬達聲音，甚至螺絲起子落在甲板的聲音，這些不必要的雜音使得記錄地震波（地震或人工爆發等震動引起的波動）的波動（顯示在螢光幕上）模糊不清，因而受信船極需高度的安靜。

▲隨著地震的探查而調查海底情勢的地球物理學家，研究中，很明顯地出現了水中山岳。

爆破船也有相當的危險性，操作危險的爆炸過程，必須快速進行。當它靠近接收船時，大約每隔三〇秒，就要將二二七公克重的塊狀炸藥丟入海中，爆炸時要將導火線切成一五公分長，把它插入雷管一端的隙縫，再將雷管與炸藥連在一起，每隔一分鐘點火二次。點火之際，兩艘船的距離愈拉愈遠，而塊狀的炸藥數量愈來愈多，同時爆炸時間就愈來愈逼近，由二二七公克炸藥物質增至四五四公克，而一．四公斤、四．一公斤、一一公斤、四五公斤。最後，每隔二〇分鐘，便爆炸二三〇〇公斤的深海用炸藥，等這些炸藥威力削弱，聽不見海底的反響，爆破船只好

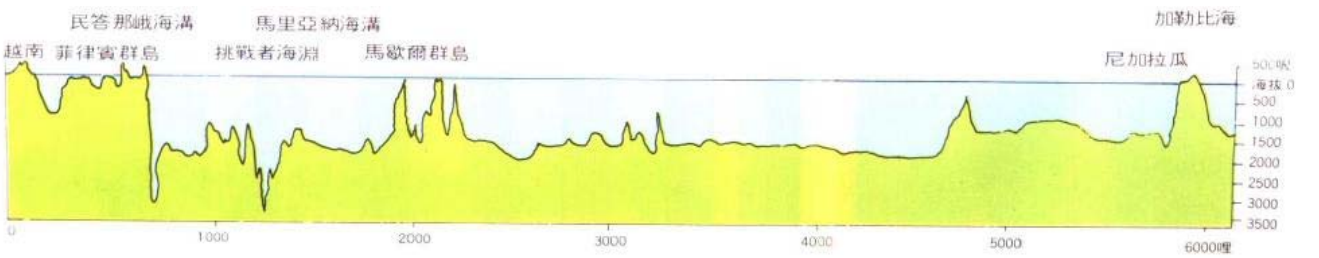


停止，然後與接收船交換任務，兩隻船漸漸靠近，又再一次地開始引爆工作。

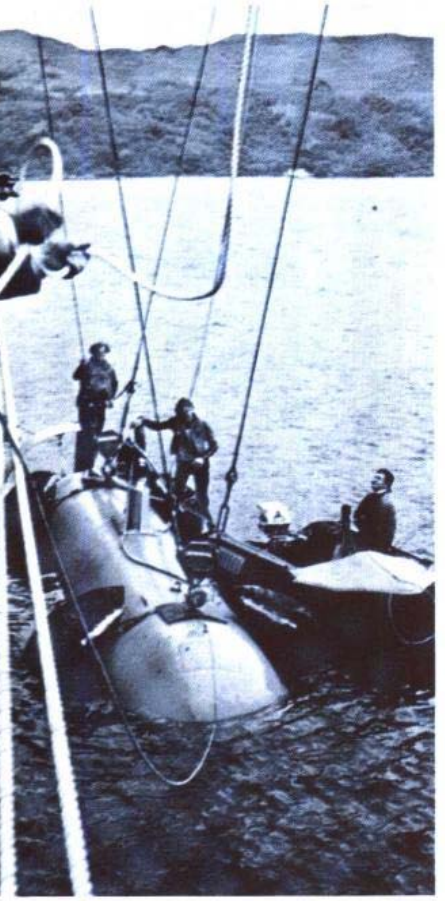
威瑪號與其它船隻共同作業，從事寬達數千公里海域地震波記錄。最近，威瑪號改變了以前引發爆炸的方法，因其危險性大且常造成海洋學家的傷亡；代替的方式是使用吊在船桅的空氣槍，並以能自動描述海底下層的電子裝置取代記錄地震波的底片。

從前的裝備中，現在仍被使用的僅爲尤恩活塞式的柱狀採集器（這是哥倫比亞大學拉蒙德・多哈廸斯地質學研究所教授摩里斯・尤恩所發明。並因紀念他而命名的機器

▲爲探查海底堆積物層地震波之曲折法。一隻船將炸藥投入海中，由相距一六〇公里的另一隻船，記錄其音波，測定音波傳來的時間，科學家們依照這些資料，而測出海底下層的厚度，地層傾斜向上、向下或水平，並能推知構成地層的物質。



▼太平洋的海底一部分。尼加拉瓜、菲律賓羣島、馬紹爾羣島等海底山脊。左邊的馬里亞納海溝是世界最深處。



▲水中音響測聽器「維森號」及在水中操作英國調查船發現者Ⅱ號上的海洋學家。他們將測聽器掛在船後，並向海底各部發出音波，船上人們將顯示於反射回的音波記錄下，而譯成海底音響圖。依據此圖可描繪出長達數千公尺的地形。利用這些裝置，只需昔日海洋學家用古式測聽器所花時間的一小部分，就能正確地測出海底地形

。）西元一九五三年以來威瑪號的定期航海中，尤恩是第一個使用地震波方法的人。

尤恩採泥器是以中空管子，用九〇〇公斤重錘打進海底，採取堆積物標本。爲不使堆積物順序弄亂，當堆積物吸入管中時，有自動活塞管制，能將柱狀堆積物拉至威瑪號甲板，這管內的標本就是表明海底地質學歷史的物質，和推算海底所發生的一切情景的重要依據。拉蒙德·多哈廸斯地質研究所裏數千個柱狀標本中，有好幾個長過二〇公分，其中就包含了一億年前的堆積物質。

在尤恩完成標本採擷之前，許多海洋學家曾試圖用鑽孔機在深海底挖孔，所得的標本與西元一八〇〇年挑戰者號所發現的無多大差別，他們認爲，深海底是堆積物不斷地由海面沈澱下來，是一個非常寂靜的世界。但尤恩的柱狀標本，顯示出有比舊時海洋學家所說的寂靜世界更複雜，而且不平穩的地區。他與大衛·布修尼爾一起研究，終於發現深海底巨大的海域，是圍繞大陸的大陸棚與突出海面的陸地滑落所形成，其他科學家認爲地層滑落時以超過一六〇公里的時速橫斷海底，這使得寄居海底軟泥表面層或下層的生物窒息。

威瑪號使用的儀器ＰＤＲ——精密深度記錄器，能順著海底地形輪廓，作成一連串的圖表，這些在海洋學家發現奇妙的海底地形之一——形成地球上最大山脈中央海嶺，具有特殊貢獻。

挑戰者號從事海底探險的同時，海洋學家發現大西洋的正中央有特別高隆的部分，經幾次測深，結果發覺大西洋的圓形隆起部分漸漸延伸形成山系，海嶺的大部分頂峯，是位於深約九〇〇〇呎到一〇〇〇〇呎的地方，其中也有些隆起的山頂，突出海面。這些是在北大西洋的亞速群

島、或巴西東北約九〇〇里處南大西洋的聖保羅礁、亞森欣群島、特利斯坦達庫那群島及布威第島。這些峯頂最高有二七〇〇〇呎，聳立在北大西洋亞速群島的費耳島，高約七四六〇呎。西元一九三〇年以來，大西洋海嶺的大概輪廓已爲人知，但沒有人確知它從那兒開始，結束在什麼地方。後來，人們也在其它海洋，發現另外的海嶺系，但沒有人將它想像成海洋中一個巨大的連鎖鍊子。尤恩卻主張，任何海洋的海嶺，都是了解海洋最深奧秘密的要點，它是圍繞世界的巨鍊。

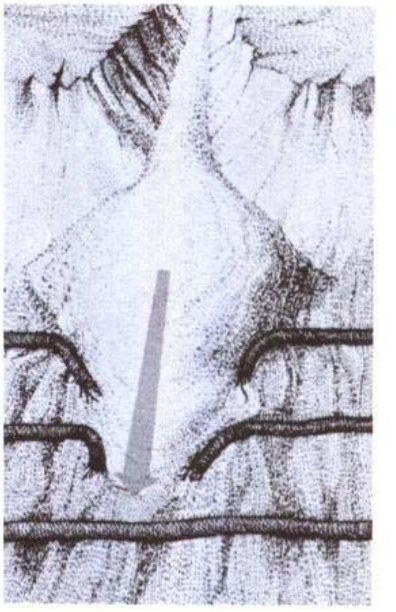
事實上，他並沒有完全確信這個主張。然而想了解過去地球的歷史，是非得研討中央海嶺不可，而且有些海嶺還未發現。……威瑪號終於用ＰＤＲ發現連接大西洋與印度洋的頂峯，完成尋找「失去的外環」的工作。

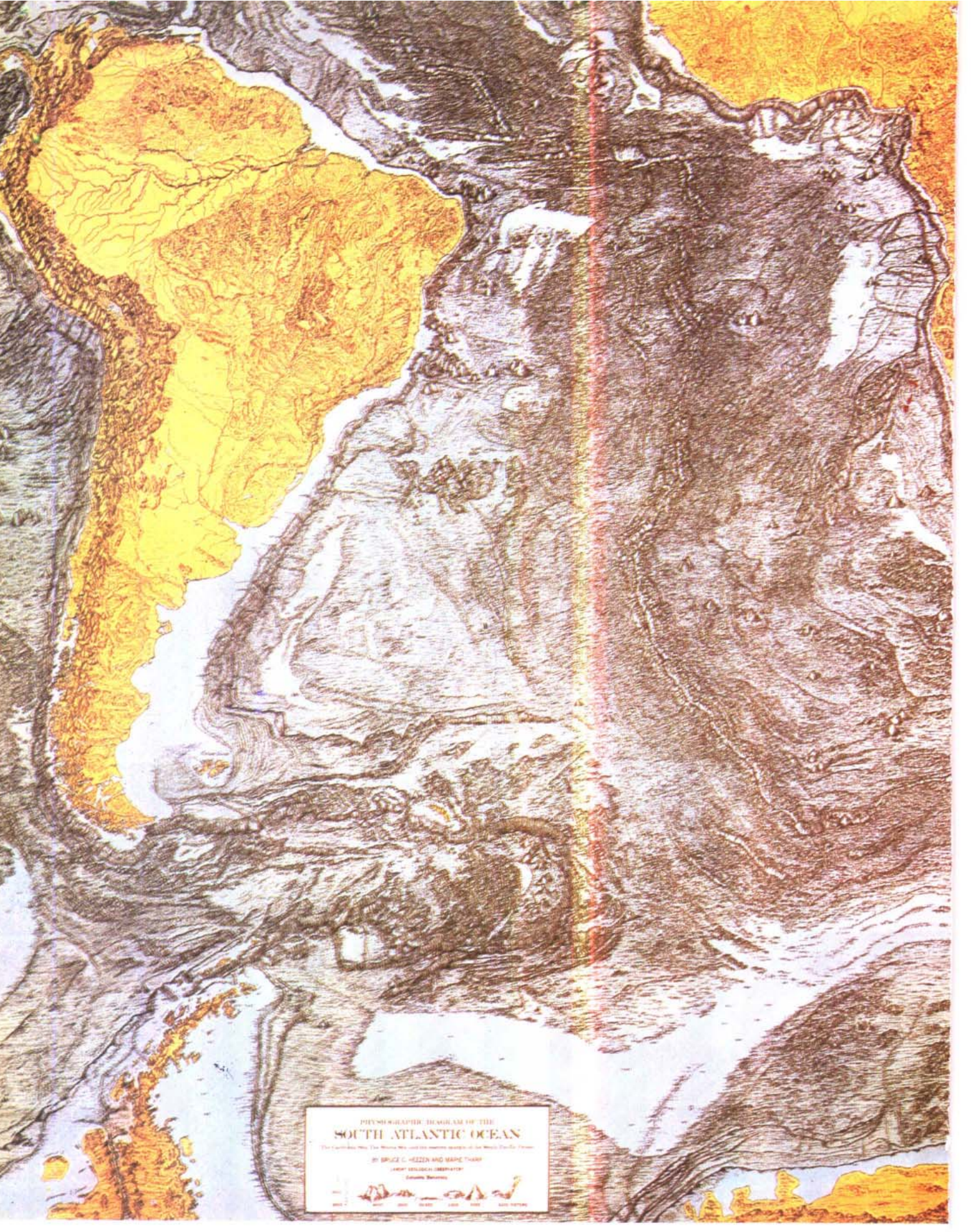
威瑪號利用已知的南大西洋海嶺部分資料，向大西洋、印度洋境界上的好望角南方開航，在這東南向進路中，每逢值班的科學家，都很仔細觀察ＰＤＲ所顯示的圖表，威瑪號爲補給食物，曾在南非開普敦停泊，而後爲找尋環繞南非的未知海嶺，便順著海嶺繼續航行。

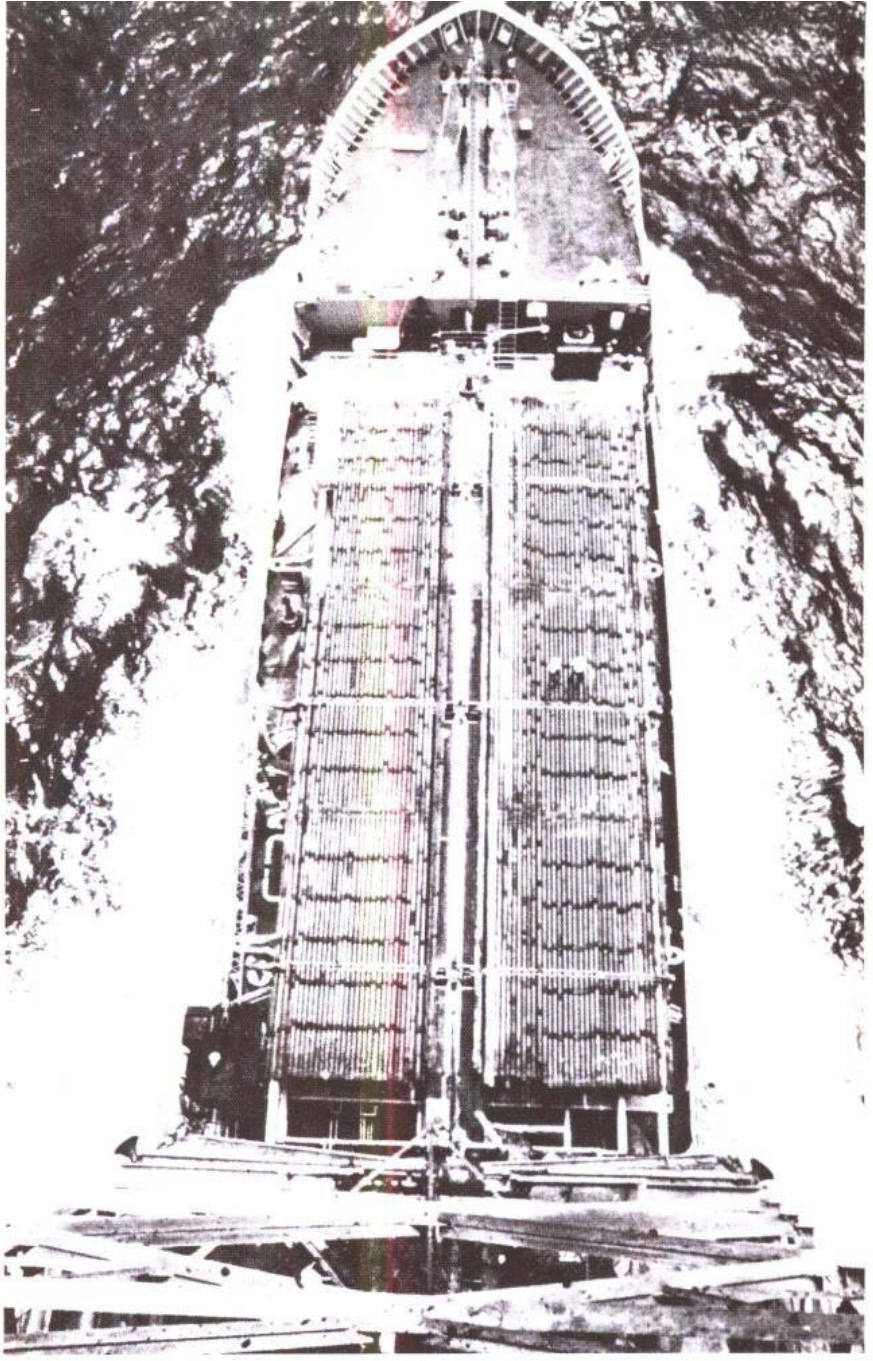
後來終於將新發現的海中隆起高地和海圖上所記載的高地連接起來，雖然仍有好幾個小小的裂縫，但威瑪號已證明了海嶺是連貫的山脈，不久後，其他的研究船更進一步證明海嶺系的地位，這是了解地球的要點。威瑪號上的尤恩和其他海洋學家，就是研究大洋底的先驅，並進一步探查覆蓋海底的神秘物質，使之更明朗化，由於深海研究的影響，威瑪號成爲海面上最重要的研究船。

外觀不出色的掘鑿船格洛瑪・挑戰者號，是艘極優秀的船，它有鋼鐵製的瞭望塔，全長一二二公尺，造於西元一九六八年。是爲能透過幾公里海水，探查海底堆積物及更

▼西元一九二九年，紐芬蘭外海的海底斷層中連綿的電纜線如何被切斷的情形。海洋學家根據這些電纜線被切斷的時間與間隔，推算出斷層滑動的最高速度，約時速八〇公里




PHYSIOGRAPHIC DIAGRAM OF THE
SOUTH ATLANTIC OCEAN



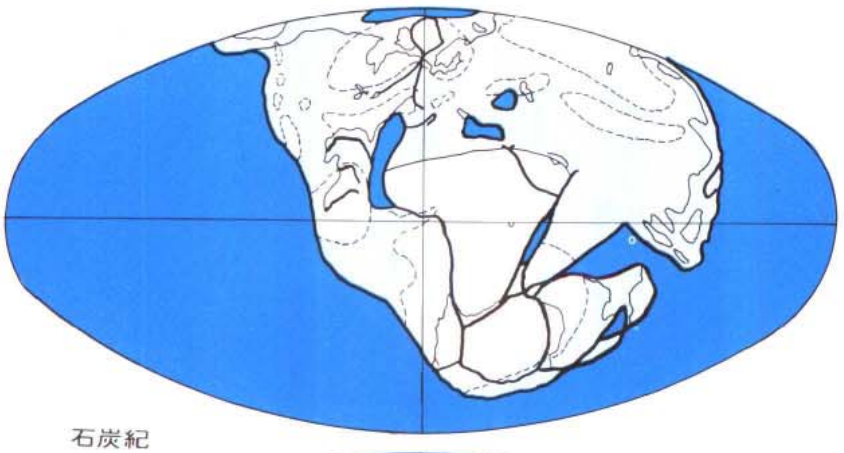
▶由瞭望台俯視格洛瑪・挑戰者號。其甲板上有總共幾千公尺長的掘鑿用管子，整齊地排列著。

深處的原始海底而設計的，它揭發了許多海洋的神秘，是初期海洋研究船挑戰者號的後裔。

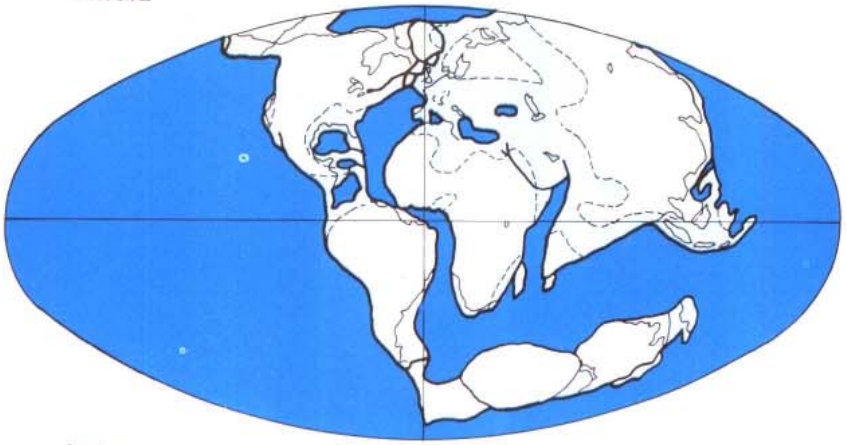
格洛瑪號的船員都是優秀的船員，這些船員被分成幾組，並有資歷深厚的老練科學家參加奮鬥行列，爲從事研究地球最基本的問題，而努力挖掘海底，探討海底。

當人類完成世界地圖之後，對大陸邊緣的凹凸圖案似乎能吻合的問題，更加關注。非洲大陸和南美洲大陸吻合，格陵蘭島是北美與歐洲之間的縫線尖端，如果南極大陸和南美連接，澳洲和其西岸吻合，印度剛好填在非、澳兩洲

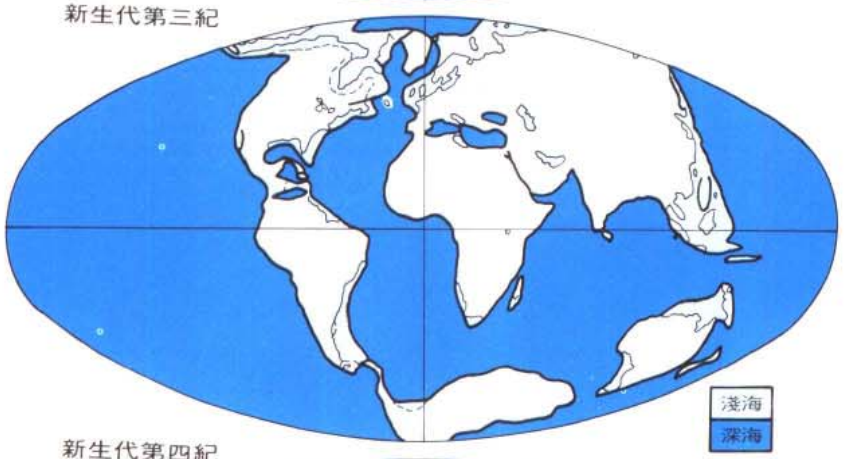
◀拉蒙德・多哈迪斯地質學研究所的布魯斯・西撒和馬力・沙姆所做成的南大西洋之海底地形圖。近年的技術進步，才能做成詳細的海圖。



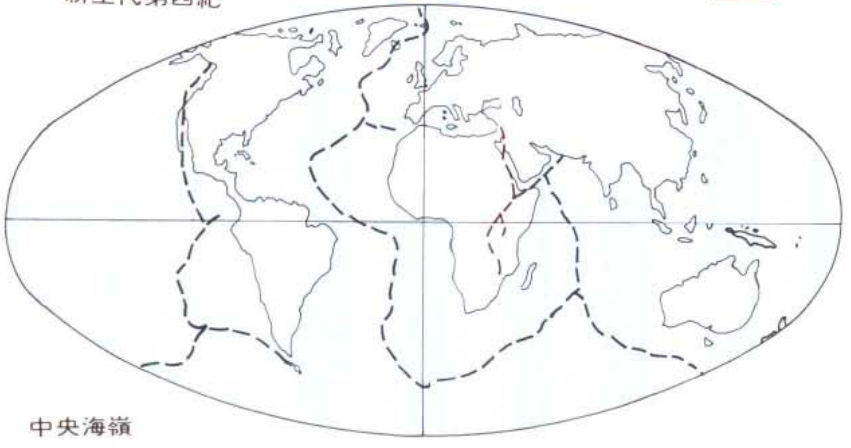
石炭紀



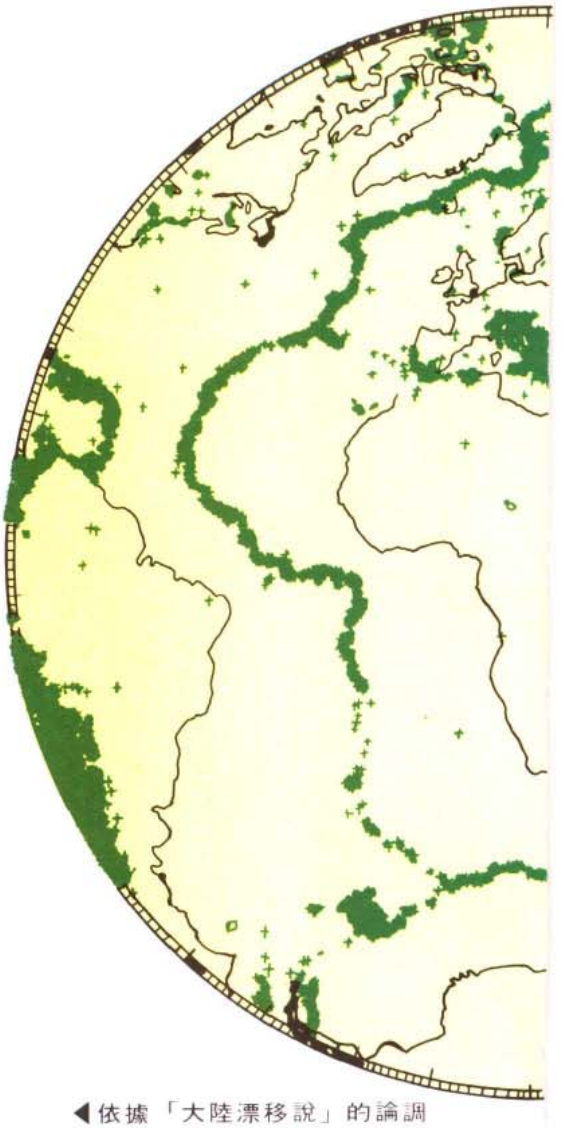
新生代第三紀



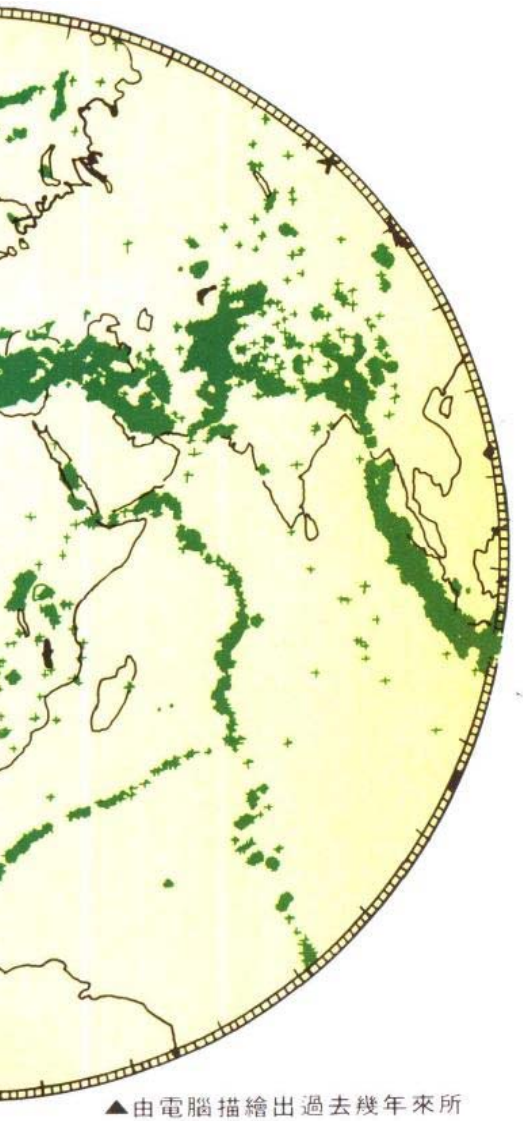
新生代第四紀



中央海嶺



◀依據「大陸漂移說」的論調，世界大陸曾經是結合爲一塊，而後各自移動到現今位置。這些圖是描寫大陸移動的經過。由上而下，石炭期（三億一千萬年前到二億七千五百年前）的大陸位置，第三期始新世的位置（五千五百萬年前至四千萬年前）第四期（三百五十萬年前至今）的位置。最下圖表示如縫線似圍繞地球的中央海嶺位置



▲由電腦描繪出過去幾年來所發生地震區，以點的圖案示之。地殼是分成幾個陸塊而移動，也就是說，地震是發生於分割最大的陸塊兩端

之間的空隙。

西元一九一二年，奧地利科學家阿爾夫雷特·威格納主張大陸漂移說；他將大陸喻爲在軟岩石上移動的冰山，他認爲澳洲、印度、南美洲、非洲、南極大陸本是結集在一起，並取名爲「康德瓦那」超大陸。格陵蘭、北美、歐洲同樣被威格納稱爲「羅雷西亞」的另一個巨大陸塊，並說在古代，這兩塊超大陸是一體的，稱之「帕基亞」大陸塊。

然而威格納無法說明漂流原因，因此他被許多科學家嘲笑。批評他的人說：除了核心是半流體外，地球是由堅硬的岩石所成（地震很明顯說明這點），大陸怎能在硬硬的球體上漂移？因此大陸漂移說，並沒有傳襲於世或被證實，幾千年間，變爲絕版的地質學而默默無聞。

可是，支持威格納想法的證據逐漸增多。地質學家比較非洲與南美之間同樣位置的同種岩石，發現這兩塊大陸的舊年代岩石層完全一致，並在南方大陸發現好幾個完全相同的動植物化石。事實上，在同時代而不同地方，生物的形態、進化不可能完全相同，因爲分隔大陸的海洋對大部分有機體有阻礙作用；同時，從不同大陸的同一時代的岩石磁化研究上，得到強力證據，於是現在的科學家又開注意威格納的說法。另一方面，海洋學家將大規模的中央海嶺縫線細心接連，也將大陸結合一起，發現海嶺排列在大陸塊之間，他們開始感興趣於圍繞地球的縫線與大陸漂移說的關係。

終於在西元一九六〇年初期，英國科學家發現水中山脈最值得注意的地形——中切山脈明顯的谷——然後依據這個發現，找出大陸怎麼分開的新解釋。而且，這種解釋到今天，仍在繼續探討中。

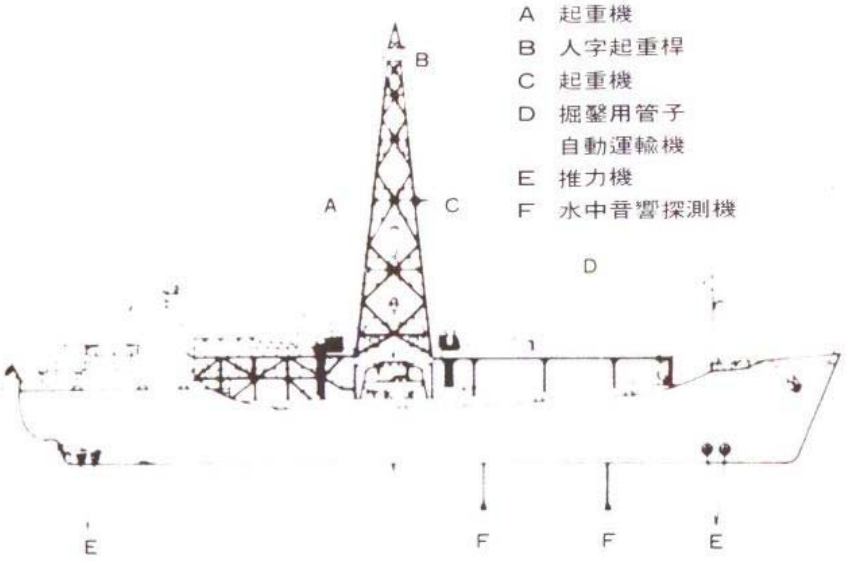
▶從格洛瑪．挑戰者號的掘鑿用人字起重桿中央部分而得的眺望圖　這是由古羅巴．馬林公司建造　西元一九六八年八月完成出發準備後，史克林博斯海洋研究所馬上從事大西洋、太平洋的探尋航海　二年以來，這艘掘鑿船從世界各海底撈起標本，科學家將這些柱狀標本的堆積——有些一億四百萬年前——加以調查，解決許多有關海洋的基本疑問

科學家開始主張，大洋底本身在中央海嶺裂縫兩端分別開始擴大，隨著裂縫寬大，由地球湧出的溶接岩石將之塡滿，而形成巨大的陸塊，而陸塊被擠壓而漂至他處。

這種學說對科學家很具魅力，可是這種革命性的學說，必須透過幾千呎的堆積物，掘鑿中央海嶺兩側之後，才能證明是否正確。也只有如此才能證明，如果大陸確實在移動，其速度有多快？那看似永不止息的海洋，實際年齡有多少？似乎這個行星（地球）的歷史。是爲一些喜愛冒險的科學家而存在。格洛瑪．挑戰者號就在這種情況下誕生！

西元一九六七年十一月十四日，史克林博斯海洋研究所爲能深入海面下二〇〇〇〇呎的黑暗深海底，委託古羅巴．馬林公司承造掘鑿船，同時史克林博斯海洋研究所與另五個研究所合作，成爲這個新組織的一員，次年八月十一日，這艘掘鑿船正式移交給新組織，開始劃時代的航行。

▶在一八〇〇〇呎深海底鑽鑿時的格洛瑪．挑戰者號的管子長度。



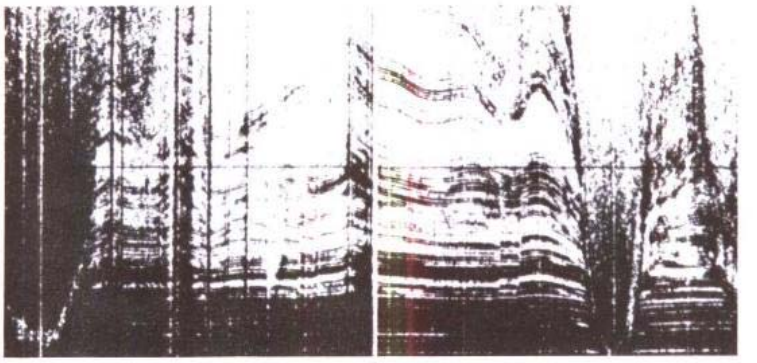
◀格洛瑪．挑戰者號的主要部門。在掘鑿作業中，自動運輸機使用二七公尺掘鑿用管子，由人字起重桿迅速收回、送出

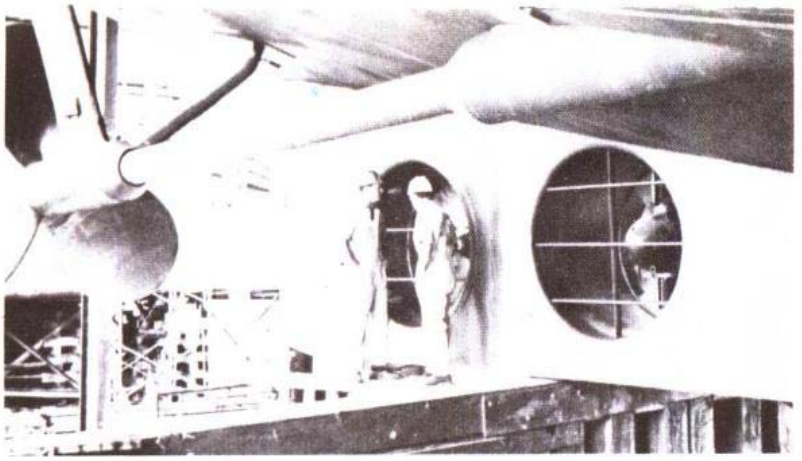
格洛瑪．挑戰者號初次嘗試冒險，開航一週餘後的八月十九日晚上，船長高喊：「停俥！」船在平滑寧靜的墨西哥灣海域停下來，船下方就是墨西哥灣水域最深的海底（深一一七五三呎）。令挑戰者號上的科學家感興趣的，不是它的深度，而是海底有海洋地質學上最具神秘的史古斯畢海丘群。有位科學家認爲這個奇妙的起伏山陵「不應該存在這裏」。

史古斯畢海丘群是在幾年前，由乘坐威瑪號的拉蒙德．多哈廸斯海洋研究所海洋學家發現。海丘群橫越史古斯畢海溝，向西南方向延至三二〇公里寬的帶狀地區。拉蒙

▼墨西哥灣的史古斯畢小海丘下堆積物層紀錄圖　這個小海丘是海底下數千呎，巨大半圓形成物之頂端

挑戰者小山丘的側面圖





◀格洛瑪・挑戰者號的推進器
此船前後都有推進器的設備
推進器將船水平地推動，使之正確地停泊在海洋掘鑿處的上方，當掘鑿工作一開始，推進器會成爲動力位置裝置的一部分，而自動開動

德地質研究科學家，利用能透過海層堆積物的裝置，發現海丘群在海底下方數千呎處，形成半圓形構造物頂端。並且使用其它裝置調查出，這個廣大半圓狀堆積物可能是由鹽岩形成……。而這些堆積與在墨西哥沿岸水域發現的鹽岩相似，因而沿岸地區的鹽岩、半圓狀堆積層經常成爲熱心探礦者搜求天然瓦斯與石油的目標。

部分地質學家懷疑，這個半圓頂不是由鹽岩形成的。一般人認爲：形成那樣圓頂所需的巨大鹽岩堆積物，只能在淺海域形成。但史古斯畢海丘群卻在海面三・二公里以下。

但至少乘坐格洛瑪・挑戰者號的兩位科學家，相信史古斯畢海丘群是由鹽岩形成的。那是摩里斯・尤恩和丁・拉馬・瓦傑爾，他們是參加格洛瑪・挑戰者號創始性掘鑿的主任科學家，並且都是海洋地質學的專家，他們都深信自己對海丘形態研究是正確的。如果挑戰者號掘鑿海底能順利成功，這些謎題便可迎刃而解。

當格洛瑪・挑戰者號停在海丘群上時，電子技術師趕緊活動，按下聲納〔註〕的送波器開關，將送波器吊在舷側，由沈重的舊電池盒子，以每秒一・八公尺的速度墜入海底。

聲納送波器，就是使挑戰者號不須拋錨入海，而能固定船隻從事掘鑿活動的最重要儀器。送波器所發出的訊號，被船身下方掉在水中的四個水中麥克風接收。然後用電

〔註〕 聲納：水中音響探測機。以發射超音波探測與物體的距離和方向的裝置。

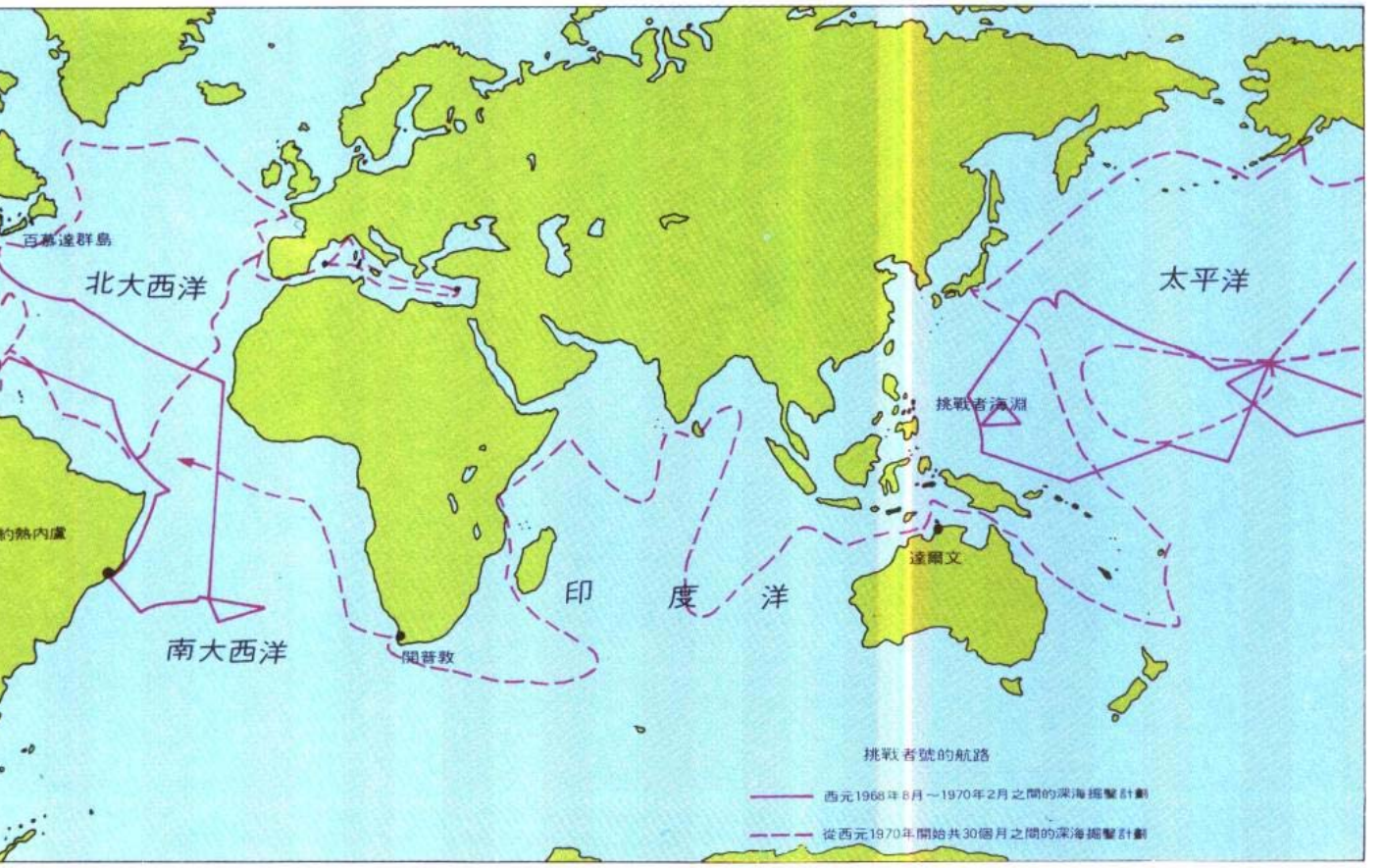
腦裝置，將這些訊號加以分析，如果船隻有點漂移，離開了定點，舷側推進器會自動發動，將船轉回洞口上方的正確位置。

經過三十五分鐘，聲納送波器降落到海底時，格洛瑪·挑戰者號的熟練掘鑿員，耐心地在高出吃水線五十九公尺的掘鑿台上期待著。

作業開始的時間到了！送波器在海底完善地發揮它的功能，掘鑿員日以繼夜地辛勤工作，將一截一截二七公尺長、直徑一二·七公分的掘鑿管連接，再由掘鑿台正中央開口向海底鑽入，誰也不能確信，掘鑿台是否能承擔巨型管子塞進海底的重量，但，管子卻一截一截連接向海底鑽進。

到了黎明，鑽錐〔註〕已鑽進海底下四呎，掘鑿主任

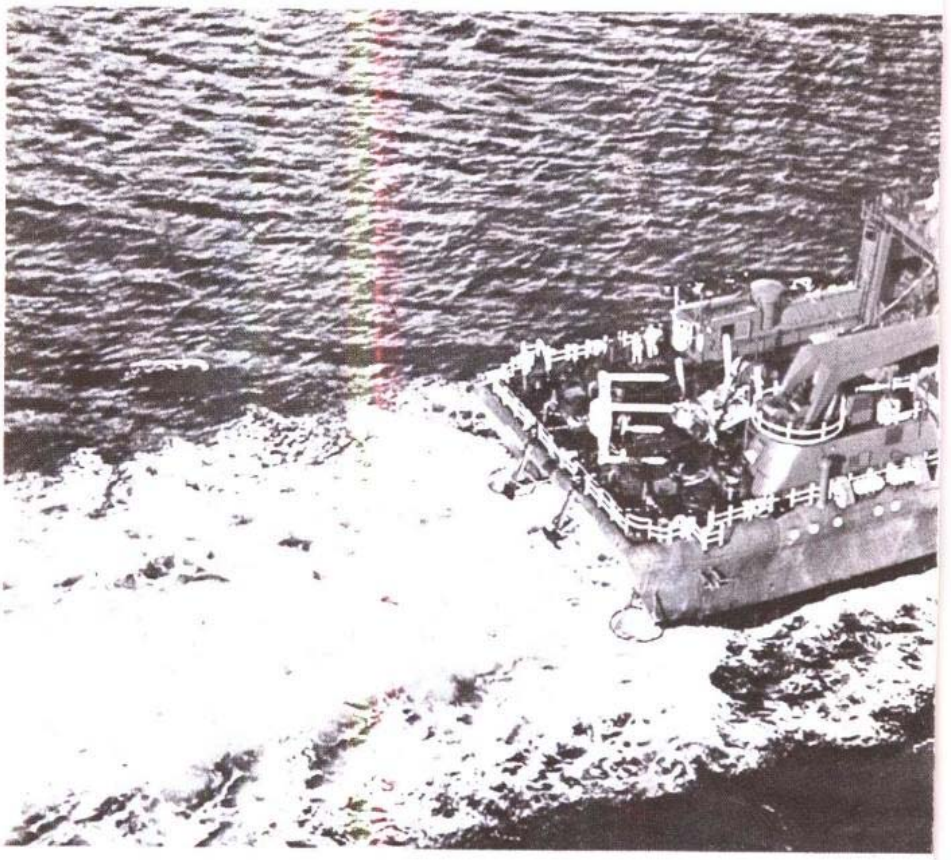
▼西元一九六八年至一九七〇年，格洛瑪·挑戰者號以掘鑿爲任務的遠征航線　藉著掘鑿海底，人類了解很多有關地球的歷史　格洛瑪號的科學家，從採自海底堆積物標本中，研究出海洋的年齡和大陸漂移說的重要問題



〔註〕　鑽錐：乃是裝在掘鑿管子前端，一面旋轉，而向海底地層鑽挖的齒型裝置。

開始發動裝在掘鑿管上端三〇〇馬力的馬達，數秒後，鑽錐鑽入海底堆積物，船上的重量指示機顯示它已進入奇妙的海丘裏。

當鑽錐鑽進海丘一九．五公尺時，掘鑿員高喊停止，並將特殊的柱狀標本採集裝置放入掘鑿台，當這個裝置離台三六〇二公尺而繼續下降時，科學家們提心吊胆地等待著第一個柱狀標本的出現，當它徐徐地由水中拉上時，他們很快地用塑膠袋包好，拿回研究室。掘鑿員再度開始他們的工作，並加上更多掘鑿管，依次地探取堆積物標本提供給科學家。格洛瑪．挑戰者號的裝置非常精巧，所以能很容易地從更深的海底採取標本，這些柱狀標本呈現出海



▶荷蘭近海公司研究用的杜普拉斯號。海洋的活動範圍急遽擴大，所以新設計的船隻，都必須具有多方面功能。杜普拉斯號擁有兩個船身，極具安全性，並能支援掘鑿、潛水探查等工作。

▶義大利學術研究會的探測船曼諾克號

▶美國烏斯霍爾海洋研究所所使用的亞特蘭廸斯二世號，全長八五．三公尺，建造於西元一九六二年，是爲了取代小型帆船的

底被許多微細堆積物覆蓋。

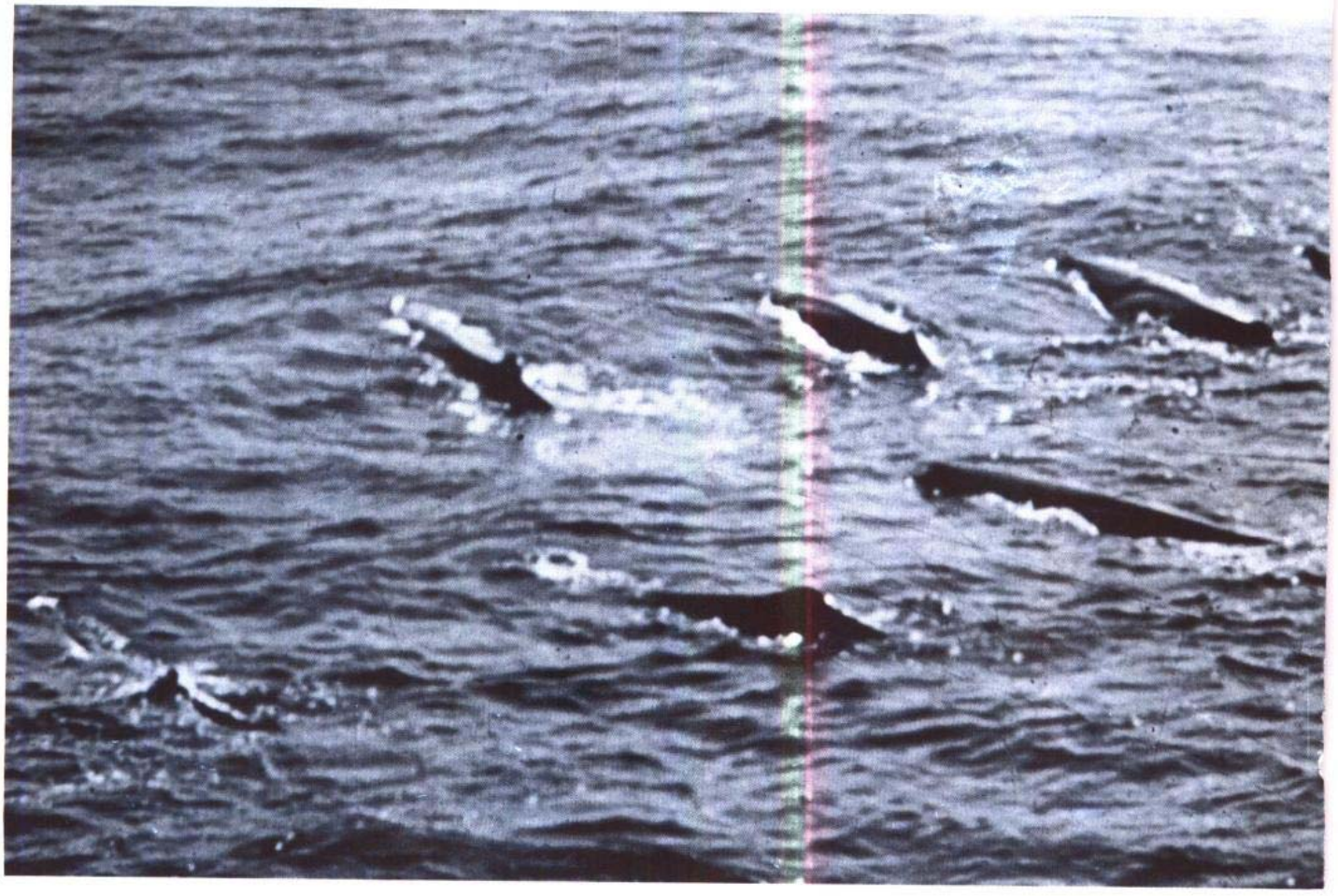
在鑽入海丘四五〇呎深處時，發現了一件驚人的事——標本裏有石油和天然瓦斯的痕跡，再往下一一呎，這個齒型鑽錐碰到鹽岩的頂端，而這裏也有石油和天然瓦斯的徵候，這證實了尤恩和瓦傑爾的主張，更重要的，它證明了格洛瑪．挑戰者號能浮在海上從事掘鑿深海的功能。

格洛瑪號從第一次掘鑿以後，共執行了數百次的掘鑿任務，當深海掘鑿成功二年後，科學家認爲，海洋還很年輕。……海洋年齡不會超過兩億年，比起地球形成四十五億年，實在太年輕了！他們又發現大陸漂移說的確切證據，地殼很明顯地以相當速度擴張，科學家估計，大陸的分裂移動，最高每年十五公分。

現在，格洛瑪．挑戰者號，繼續不斷地搜取有關地球歷史的新情報，它的掘鑿系統爲能探測更深的海底，不斷地在改進，到目前爲止，已有英、法、瑞士、義大利、澳大利亞、蘇俄、巴西等國的科學家參加探測工作。將來的計劃，是使格洛瑪．挑戰者號能在全世界海域活動。

9 海洋中的生命

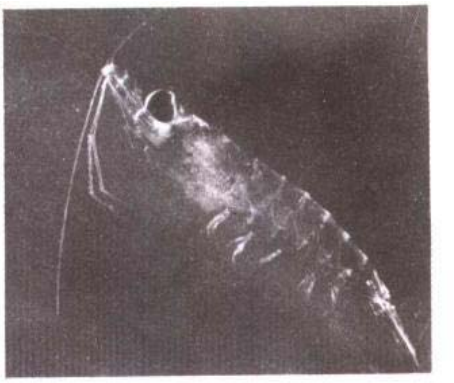
現在，世界人口將近三十五億，其中至少有十五億人爲了生存和糧食危機作戰。糧食是人類不可或缺的必需品，但卻供不應求，照現在人口增加率看來，到公元二〇〇〇年時的人口總數，可能是現在二倍之多。換句話說，那時地球上將有六十五億人口。如何充分供給這六十五億人口的糧食呢？大概只有「海」能給我們滿意的答覆吧！科學家們不斷尋求充分利用海洋資源的方法，但是，海只有含豐富蛋白質的魚類，而且如果濫捕魚類，將會導致其絕種的危險，所以我們必須很注意研究海洋生物，支配魚類



生存的週期等要素，這樣才能開發蘊藏於海洋的糧食，而供給世界人口充分的食物。

十九世紀，水產業迅速地成長，由於過分地捕獲，到了十九世紀末葉，已有某種漁資源，面臨令人憂慮的危機。於是各國政府開始讓人民更加了解有關海洋生物的知識，其中有好幾個國家，開始從事科學調查計劃。西元一九〇一年，並召開了國際海洋開發會議，它的目的乃是勸告各國政府，造更多的調查船，讓科學家們努力研究世界各海域的生物、及其環境。

在水產業中，擔任重要糧食來源的斯堪的那維亞半島各國，派出許多調查船。西元一九〇四年，丹麥海洋學家約翰尼斯·舒密特，在北大西洋從事食用魚的研究時，偶然地發現好幾世紀以來，困惑人們，卻又令人倍感興趣的



▲鬚鯨的餌食，是一種類似小蝦的甲殼類，動物性的浮游生物中，食量最大的甲殼類，名叫南極蝦

▼一羣抹香母鯨　抹香鯨能生存在世界上任何海域裏，牠們以每小時十二海里的速度遨遊海中，能潛水至三〇〇〇呎，每次能逗留在海中七十五分鐘之久。

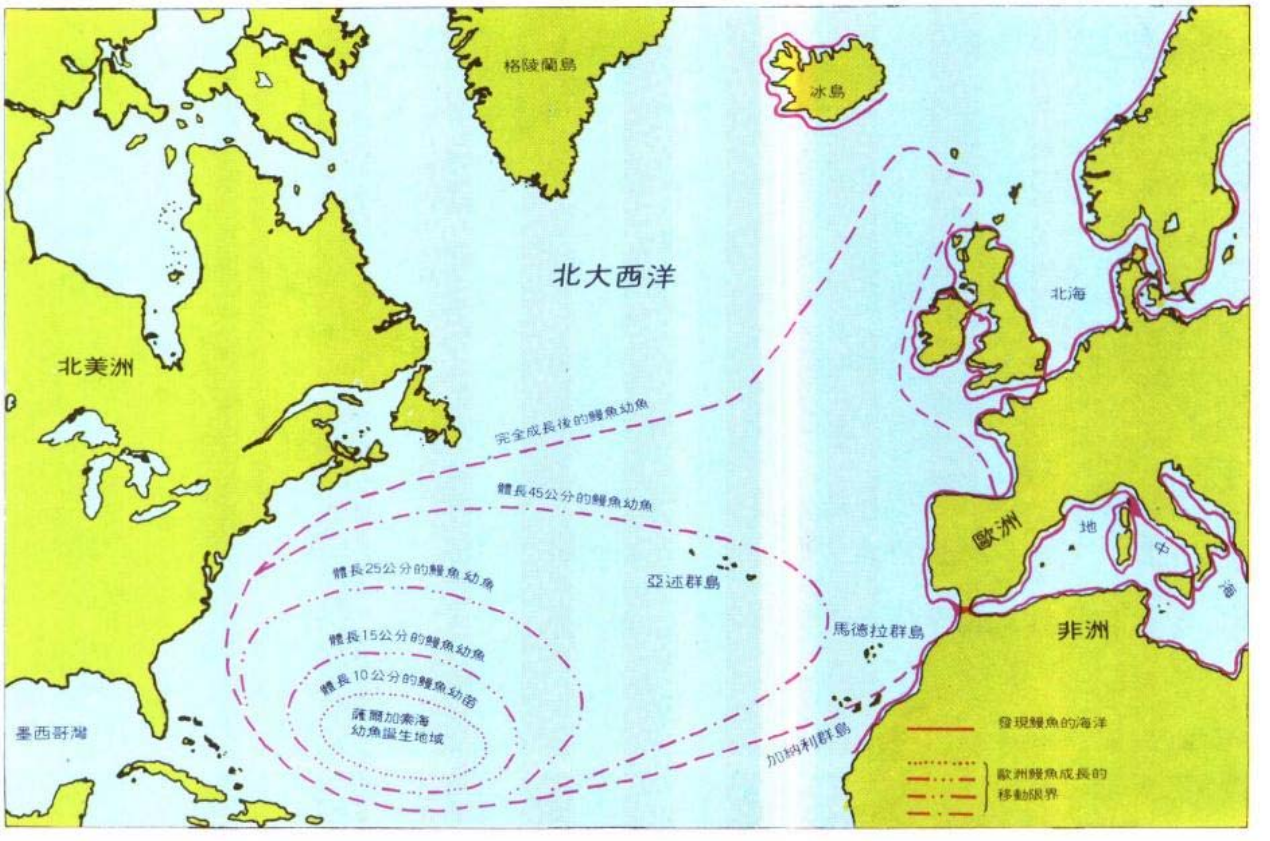
生物——雷布特希福法拉斯，也就是鰻魚幼苗。

鰻魚在各種魚類中，具有奇妙的生活史，紀元前三〇〇年，亞里斯多德在地中海、愛琴海發現鰻魚，並加以解剖、觀察，可是無法了解牠們的繁殖習性。他曾這麼記載

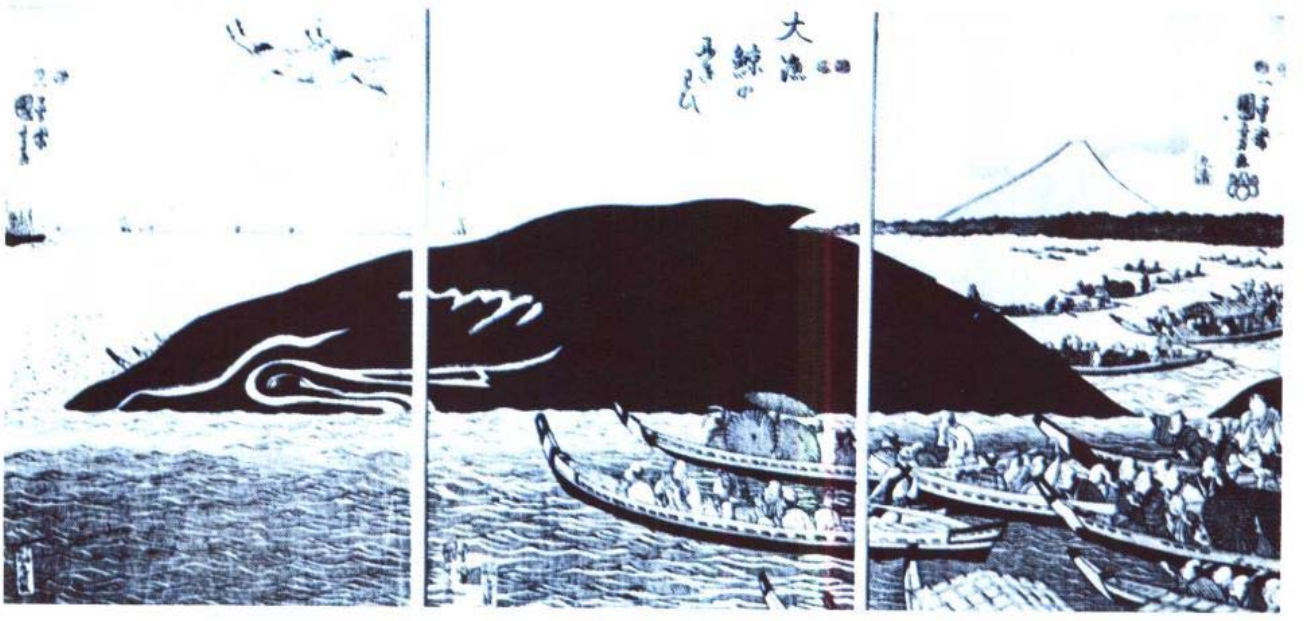
◀透明的鰻魚幼魚　由薩爾加索海游回的魚苗，到達港口時，已變成身長七．六公分的幼魚

過：鰻魚到某個時期，成群游至公海，然後突然消失。到底消失到何方？他們的消失與幼魚的誕生有什麼關係呢？

這些謎題經過了二千多年，舒密特才找出解答的線索，他發現了扁平、透明而細小的雷布特希福法拉斯，於是他認爲在北大西洋附近一定有鰻魚的產卵場。雖然這是一個錯誤的想法，但他們仍努力證實，在大西洋十六年的執拗探索，發現了鰻魚移動謎題的頭緒。西元一九二二年，舒密特乘坐達娜號調查船，在百慕達群島附近的北大西洋廣大海域發現鰻魚——由薩爾加索海移動後的鰻魚。一到秋天有數百萬的美國、歐洲鰻魚，離開一生中生活五、六年的河川，而往產卵場做「死的旅行」。令人驚訝的是鰻魚的方向感覺竟如此敏感，它橫斷大西洋，游向薩爾加索海，絕不會迷路，一到薩爾加索海產了卵後便死亡。卵孵化成幼魚，幼魚以三年時間，橫斷大西洋回到歐洲，三年



▼北大西洋的鰻魚移動圖　每年鰻魚從歐洲出發游至薩爾加索海，產卵後死亡，卵孵化成爲魚苗，經過三年，橫斷大西洋且成長，此後又爲產卵再向薩爾加索海出發、並永遠保持這種週期性



中，一面游回，一面成長。初春到達歐洲的叫做年幼鰻魚，母魚逆流游上，公魚流向有浪潮的海域，五、六年後，已充分成長的鰻魚，再度游往薩爾加索海產卵，如此週而復始。具有同樣本能的美國東部鰻魚，也往薩爾加索海產卵，但旅程較歐洲的鰻魚短。

正當舒密特有這發現時，許多海洋調查船在大西洋認眞的從事調查工作，在這些調查船中，以海洋學家兼水產科學家約翰·尤特所指揮，曾有豐富航海經驗的挪威船米卡爾·薩魯茲號最出色。尤特發明一種新式拖網，能在海裏自動關閉開口，這網在被拉回海面途中，不會在其他海層捕捉別的動物，因此能正確地供給任何深處的生物像。

在某次的航海裏，尤特和一位年輕的英國動物學家亞里斯德·哈廸同船，兩個人花三個星期在挪威和愛爾蘭海上研究鯨魚。哈廸很認眞地學習尤特的方法和裝置，並且努力研究，不久他參加英國政府的重要策劃工作，爲了防止人類濫捕而引起鯨魚滅種的危機，而向南極海出發。

幾世紀以來，人類一直致力捕鯨，是爲了得到用途廣泛的鯨油，鯨油主要是供給燈火和燃料，並可做食用油，或做肥皂。而抹香鯨的油脂，可成爲工業潤滑油、美容用

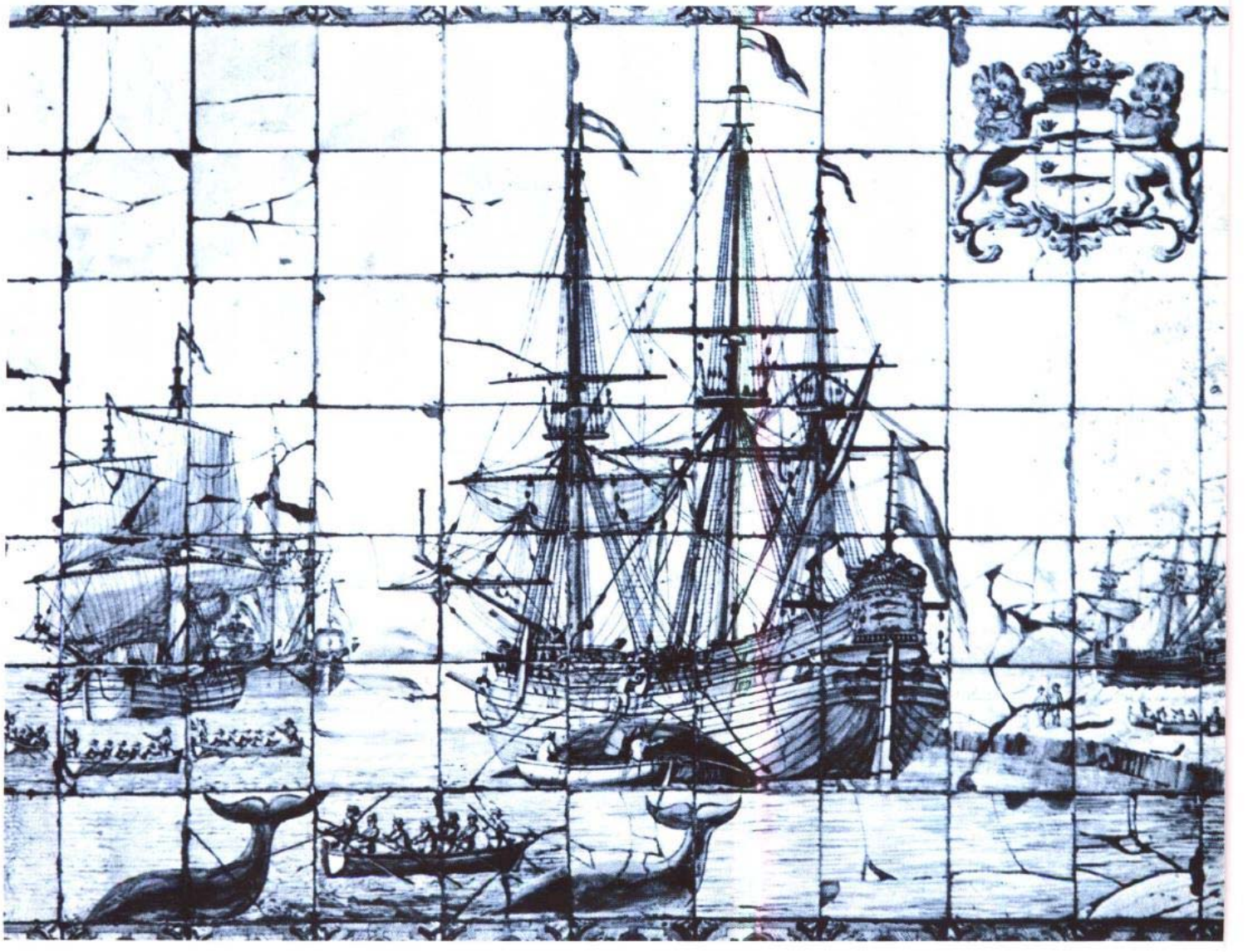
◀擱淺於淺水海灘的鯨魚　日本畫家國芳的版畫（一八〇〇年作品）　此圖將一大羣人畏懼鯨魚之情，畫得淋漓盡緻

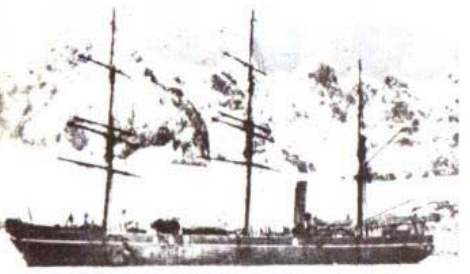
▼描繪十七世紀北海荷蘭捕鯨船的磁磚畫　西元一六一一年由斯匹茲卑爾根航回的捕鯨探險隊，常常提供北海海域的鯨魚報告，在那時候，英國人、荷蘭人、丹麥人、和法國人的紛爭極爲激烈，西元一六一八年，各國將海岸線清楚地劃分出來

面霜、香水等原料；鯨油的副產品是甘油。

第一次世界大戰中，由於硝化甘油的迫切需求，使得鯨油的需要大幅度增加，爲了滿足這項需求，捕鯨者不分地域大量捕殺。在一個捕鯨季節裏，南喬治亞島海面就有一二〇〇〇頭鯨魚被殺。戰爭後，捕鯨成爲高利行業，所以北極區的鯨魚受到空前的捕殺，而面臨絕種的危機，同時，捕鯨產業也受到同樣的遭遇。

西元一九二〇年，英國國會爲保持豐富的捕鯨產業，認爲有必要從事生物學的探查計劃，而派以史達林·卡普爲首，且有動物學家亞里斯德·哈廸參加的調查團。

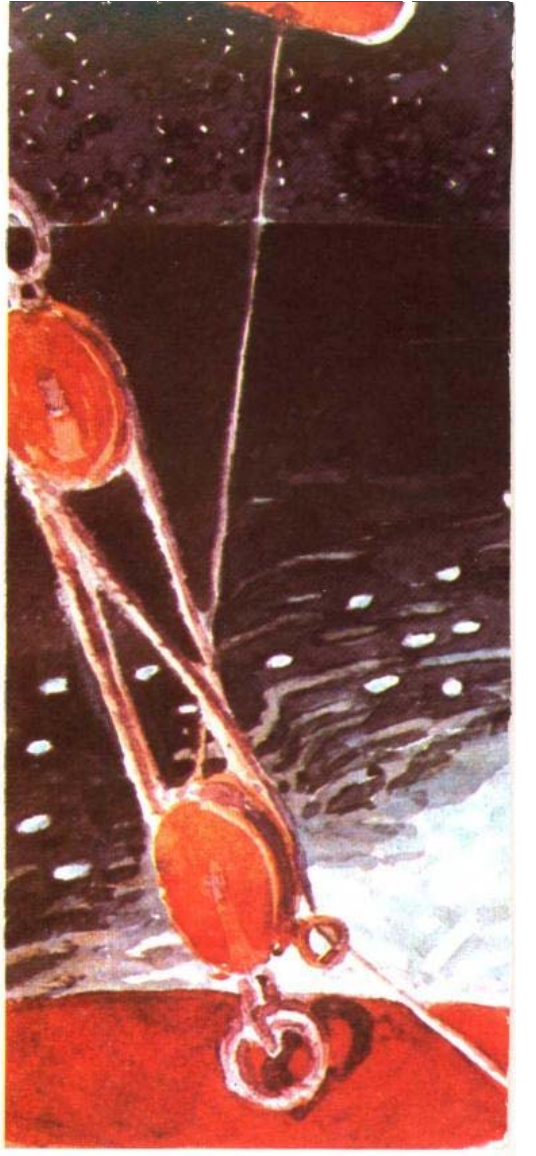


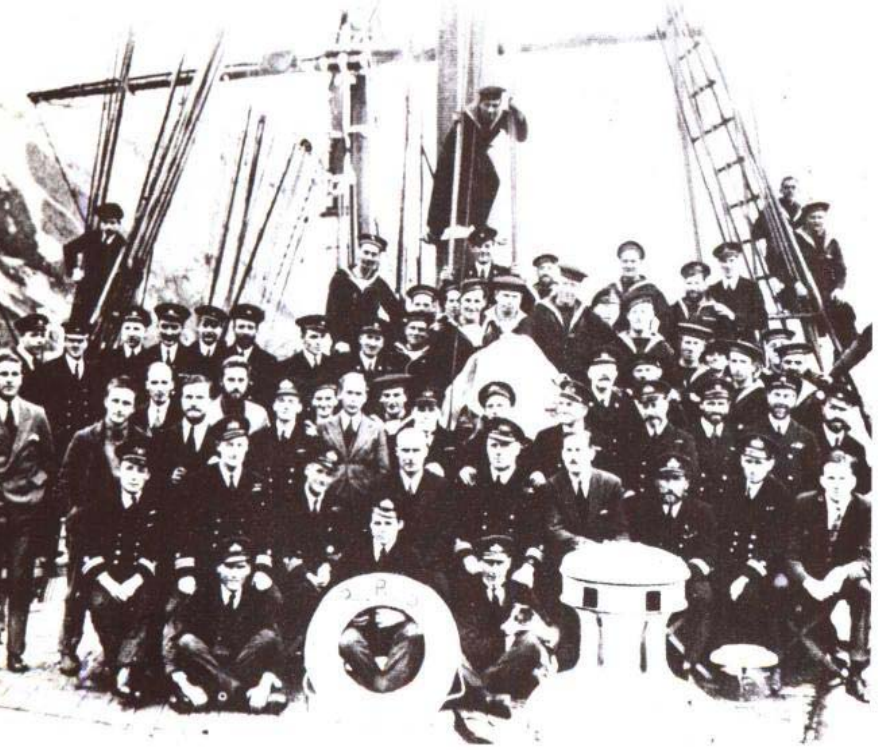


▲英國調查船發現者號。這是在西元一九〇一年，爲斯哥德第一次南極探險而建造的船隻　西元一九二三年，爲了科學研究用而改造。

這艘科學性捕鯨調查船，是老而破舊的發現者號，它是在西元一九〇一年，爲羅伯特·斯哥德首次南極探險而建造的。後來該船被賣給哈德遜灣公司，幾年來，一直是來往寒冷北極海域的貨物定期船。西元一九二三年，發現者號再度回到英國時，其內部已完全被改裝。

西元一九二五年九月廿四日，負載著科學家和船員的發現者號再度踏上斯哥德所曾走過的航路，由英格蘭西南出發前往南極海域，並





◀在南喬治亞島附近海上的發現者號船上人員之全體照　攝於西元一九二六年聖誕節研究計劃的指揮者史達林·卡普坐於前列左邊第四位，第六位是調查船主任動物學家亞里斯德·哈廸。照片中，也有威廉·史哥斯畢號（調查船）和南喬治亞島的海洋生物研究所的全體職員。

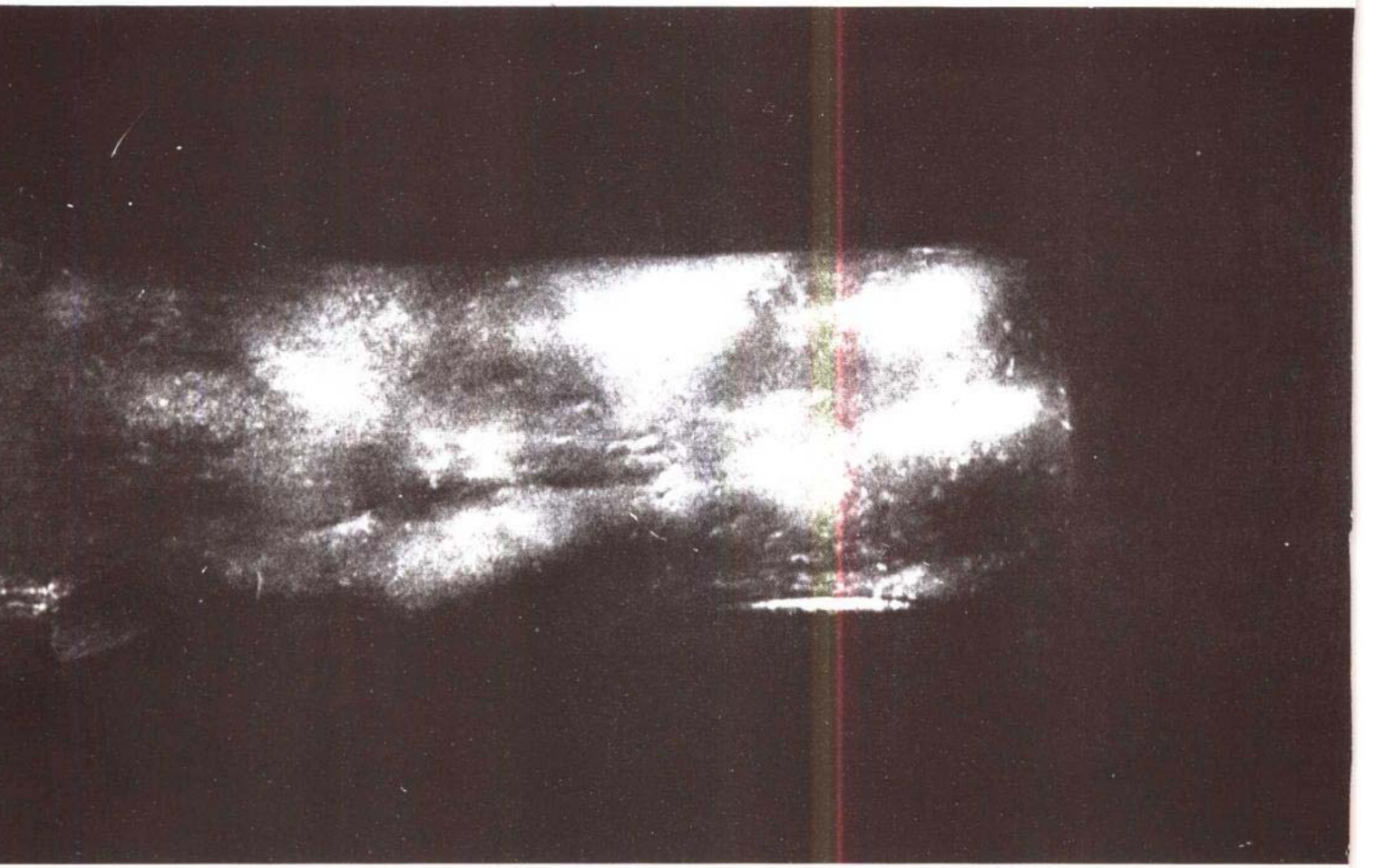
▲亞里斯德·哈廸的繪畫　西元一九二五年十一月十一日，描繪發現者號在距離亞森欣羣島不遠處，發現比羅索瑪所放射的驚人燐光，發現者號的船員們，在南大西洋航海中，曾多次看見這種光芒　比羅索瑪（希臘語，比羅是火，索瑪是軀體）就是當它被絞動時可發出明亮光芒的一種鞭毛蟲類羣體

以南大西洋的南喬治亞島及屬地福克蘭群島爲基地。由於英國人早在此開發了一個廣大的捕鯨場，所以發現者號的科學家們可以善用這些基地的設備。

出航後一個月，發現者號的船員，遇到了未曾見過的海豚群，從古代起，船員們就有將海豚視爲一種吉祥物的迷信，哈廸非常興奮，在航海日記中記述著：

「大約有一〇〇頭左右，也有人估計有二〇〇頭。大多數跳躍在海面上，毫無疑問的，牠們是歡悅無憂地在跳、飛、遊戲著。」

老朽的發現者號，無法將速度加快，它緩慢地向南方前進，科學家們爲採取海水標本，和用魚網捕捉各海域的生物，所以常常停船。亞里斯德·哈廸曾描述他親自發現



▲於亞述羣島海岸四十五呎深所攝得的抹香鯨。牠扁平的頭部，藏有抹香蠟。過去一〇〇年間，鯨魚因富有貴重的油脂，因而慘遭被捕殺的惡運。但現在，國際組織限制捕鯨數量，使得抹香鯨免於絕種的威脅

的綺麗生物道：

「第一次從二〇〇〇呎，甚至三〇〇〇呎深的海底裏所捕撈的獵物，令人難以忘懷，拖網底常充滿有閃閃發光器而形態奇異的魚類，不僅如此，還有很多深紅色甲殼類，及像土耳其絨毯的顏色花樣的深海海蜇，更有許多無法形容或說明的生物。」

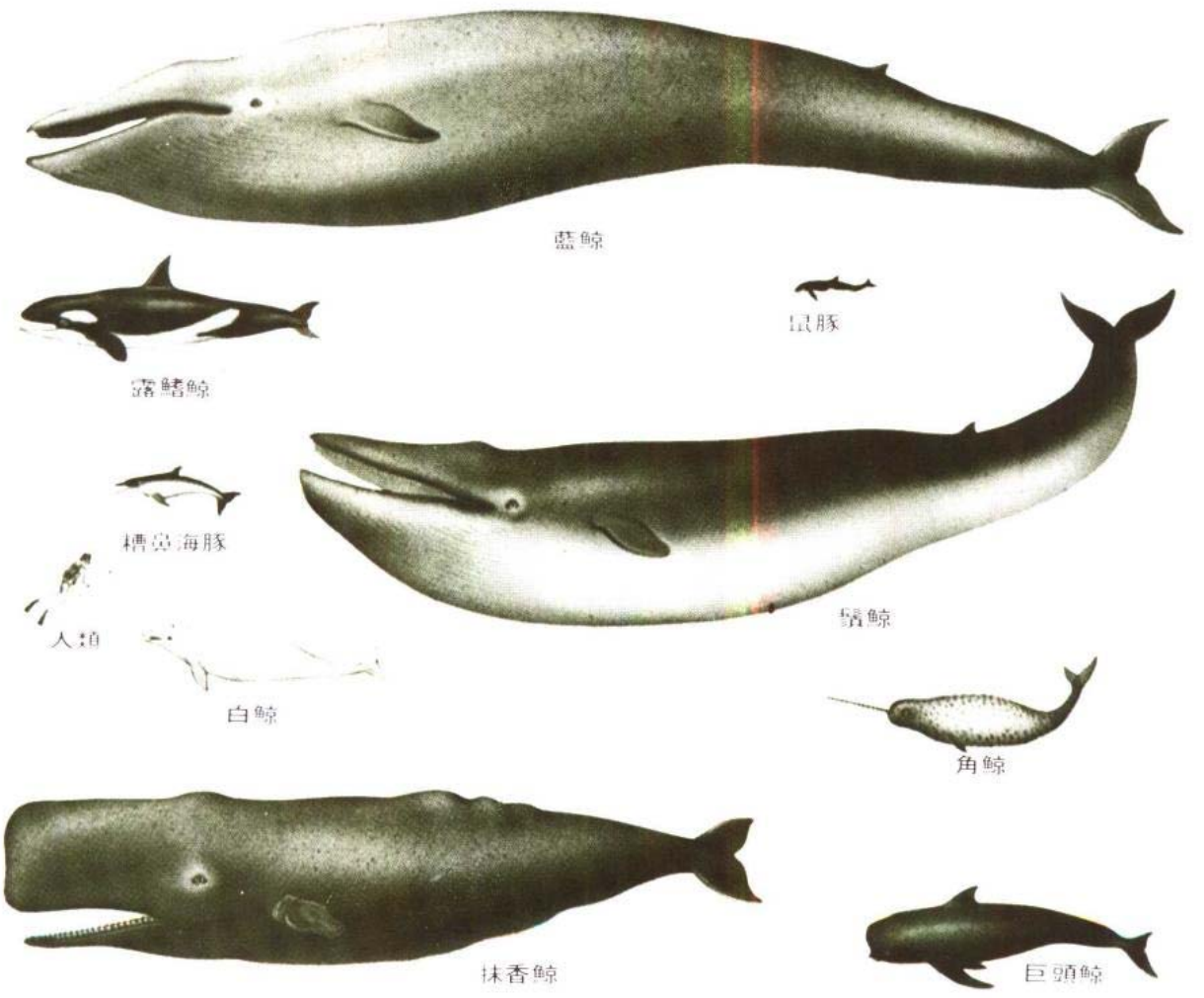
後來，他曾做篇親自看見的海蜇報告。

「長十五公分至廿三公分——若將牠搖動，則會發出明亮的青綠色光輝，數百個微小動物上，好似敷蓋著黏黏的果子醬般，越過赤道五、六個夜晚，船隻航行在這幾百幾千億的生物燈光所照的海域裏，船通過廣大光線如斑的海域約有八〇〇公尺長。」

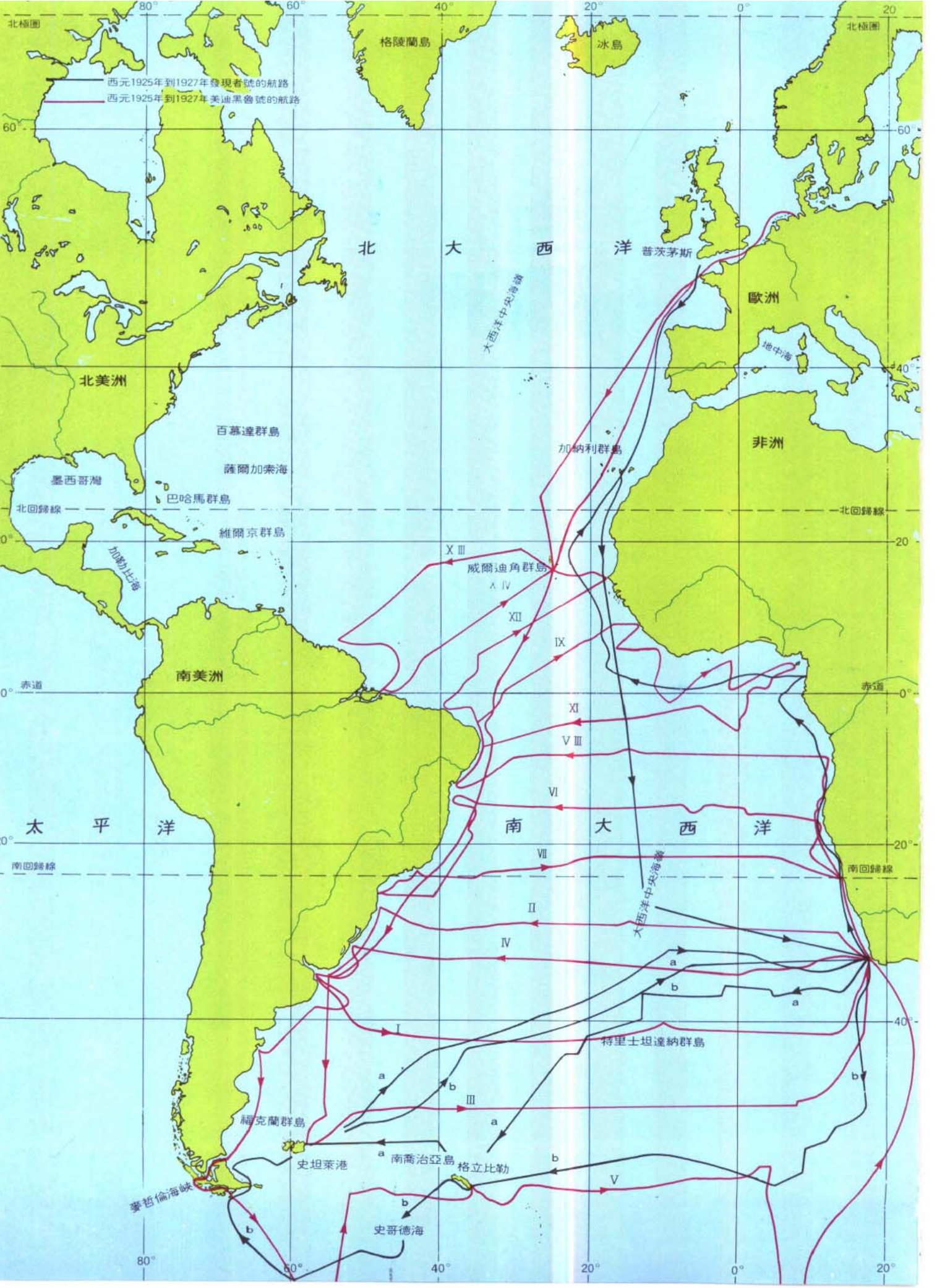
船徐徐通過色彩豐富的熱帶海域，鯨魚棲息水域就在

面前！發現者號在散佈著鋸齒狀的冰山海域間繞行前進，終於在翌年二月二十日，抵達南喬治亞島，這時海岸上已站滿歡迎的人群，其中也有參加第二度季節調查鯨魚工作的科學家，他們在令人難以忍受「血腥且惡臭的沼澤」似的捕鯨基地工作。從一六〇〇多頭鯨魚中做詳細測定與觀察，其中有長鬚鯨、鰛鯨、抹香鯨，還有地球最大動物—藍鯨（全長三十公尺以上，重達一五〇公噸，世界最大的恐龍，被推定八十五公噸左右，象，現在生存於陸地上的最大動物—— 最大也只不過六公噸重。）。

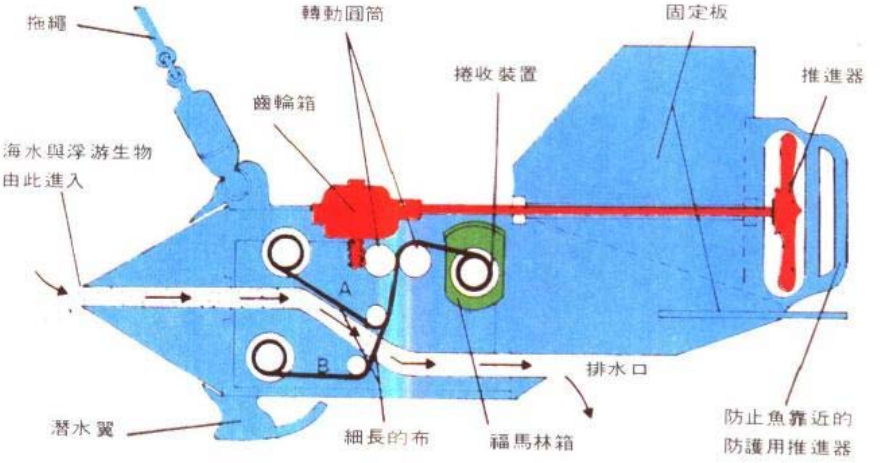
科學家們發現，除了抹香鯨以外，這些巨大水棲動物，以浮游生物和南極蝦等小的生物爲食。他們將這些鯨魚稱做「儒艮鯨」。因爲牠們沒有牙齒，而有薄鯨骨板（鬚



▼爲表示相對大小，而以縮尺比例繪出的海中哺乳動物圖。圖左繪有一個人，由此可推知，這些鬚鯨、鰛鯨……的大小


西元1925年到1927年發現者號的航路
西元1925年到1927年美迪黑魯號的航路
北極圈
格陵蘭島
冰島
北極圈
北大西洋
普茨茅斯
大西洋中央海嶺
歐洲
地中海
北美洲
百慕達群島
薩爾加索海
墨西哥灣
巴哈馬群島
北回歸線
維爾京群島
加勒比海
加納利群島
非洲
北回歸線
XIII
威爾迪角群島
XIV
XII
IX
南美洲
赤道
赤道
XI
VIII
VI
太平洋
南大西洋
南回歸線
VII
南回歸線
II
IV
大西洋中央海嶺
a
b
a
I
特里士坦達納群島
a
b
b
III
a
福克蘭群島
a
南喬治亞島
格立比勒
b
史坦萊港
V
麥哲倫海峽
b
b
史哥德海
80°
60°
40°
20°
0°
20
60°
40°
20°
0°
20°
40°

▶在船舷使用浮游生物連續記錄計的船員們



▶航海用浮游生物連續記錄計的後半部裝置圖　當記錄計潛入水中時，浮游生物會橫斷水路，被絹製的網捕撈，而運至裝滿防腐劑的保護槽裏。

由上顎向下擴張，有濾過作用），當鯨魚在水中游泳時，開口吸吞很多水，然後再從鬚間噴出，而使浮游生物和南極蝦留於口內作爲食物，但抹香鯨顎上有牙齒，所以能吞食巨大的烏賊類。

◀發現者號與美廸奧爾號，所作的探險航程，發現者號探險隊專做有關鯨魚資料、行動、和其糧食浮游生物的研究　德國美廸奧爾號探險隊（西元一九二五年至一九二七年）則從事海裏資源觀測和海洋學上的調查　搜獲許多有關海洋的知識，比起以前任何探險隊，貢獻都大。

亞里斯德・哈廸爲徹底研究了解鯨魚的習性，所以抱著很大的希望登上南喬治亞島，他殷切地探討著鯨魚移動的範圍和地域，同時爲了探查外洋幾公里長的鯨魚移動痕跡，他想出了一個獨特的標識方法，以鍍銀的不銹鋼的巨型圖釘爲標識，其扁平部分附上「拾獲者退還」的字樣和一些說明，將標識綁在箭矢的頂端，由輕型槍打進鯨魚的脂肪層，那些被打上標識的鯨魚，在遠處出現後，哈廸他們推知一些事實：鯨魚和許多鳥類一樣，擁有特別的繁殖

海域，白鬚鯨、長鬚鯨和鰛鯨，每年都會回到同一個繁殖場和索餌場。一般而言，鯨魚在冬天交配後，便回到北方的暖水域，十二個月後，母鯨會生產一頭重二．五至三公噸，長約七公尺的子鯨，並以含有豐富脂肪的母乳來哺育，七個月後斷乳，子鯨的體重每天以九十公斤的比率，增加到廿三公噸重。

哈廸與他的同伴了解鯨魚和其他大型哺乳動物一樣，一次只能生產一頭子鯨，每隔兩年才能生產一次。鯨魚的繁殖力如此緩慢，所以想要彌補被捕鯨者屠殺的頭數，是極爲困難的！

斷乳後，母、子鯨離開溫水域，而前往一六〇〇公里遠的南方索餌場，途中，子鯨首次嘗試捕食浮游生物和南極蝦。哈廸深信：如果人類能保護鯨魚藉以維生的小生物，使得鯨魚能繼續生存，則這個生物學的研究結果將會使發現者號的科學家，知道有關鯨生存的秘密。

在發現者號出航之前，沒有人留心過浮游生物的生活史，哈廸開始收集浮游生物時，是使用「浮游生物連續記錄計」。最初，哈廸所使用的記錄器只能到六〇〇呎深度。海洋生物並不是連續而均勻地分佈於海中，而是呈斑點式散佈於海中。因此，鯨魚爲了生存，必須四處尋找餌食。大型的鯨魚，平均一個月須消耗一．五公噸的糧食，所以浮游生物的供給，佔非常重要的地位。

某一個夏天裡，當發現者號通過福克蘭群島的寒冷水域時，哈廸碰到一個難得的觀察機會，才深深體會以上所言之事。

在長達八〇〇公尺的海面下，紅色浮游生物形成斑點圖樣，成爲引誘鯨魚來食的明顯目標，不久，有一、兩百頭鯨魚游過來攝取食物，對旁邊的船隻視若無睹，興奮地

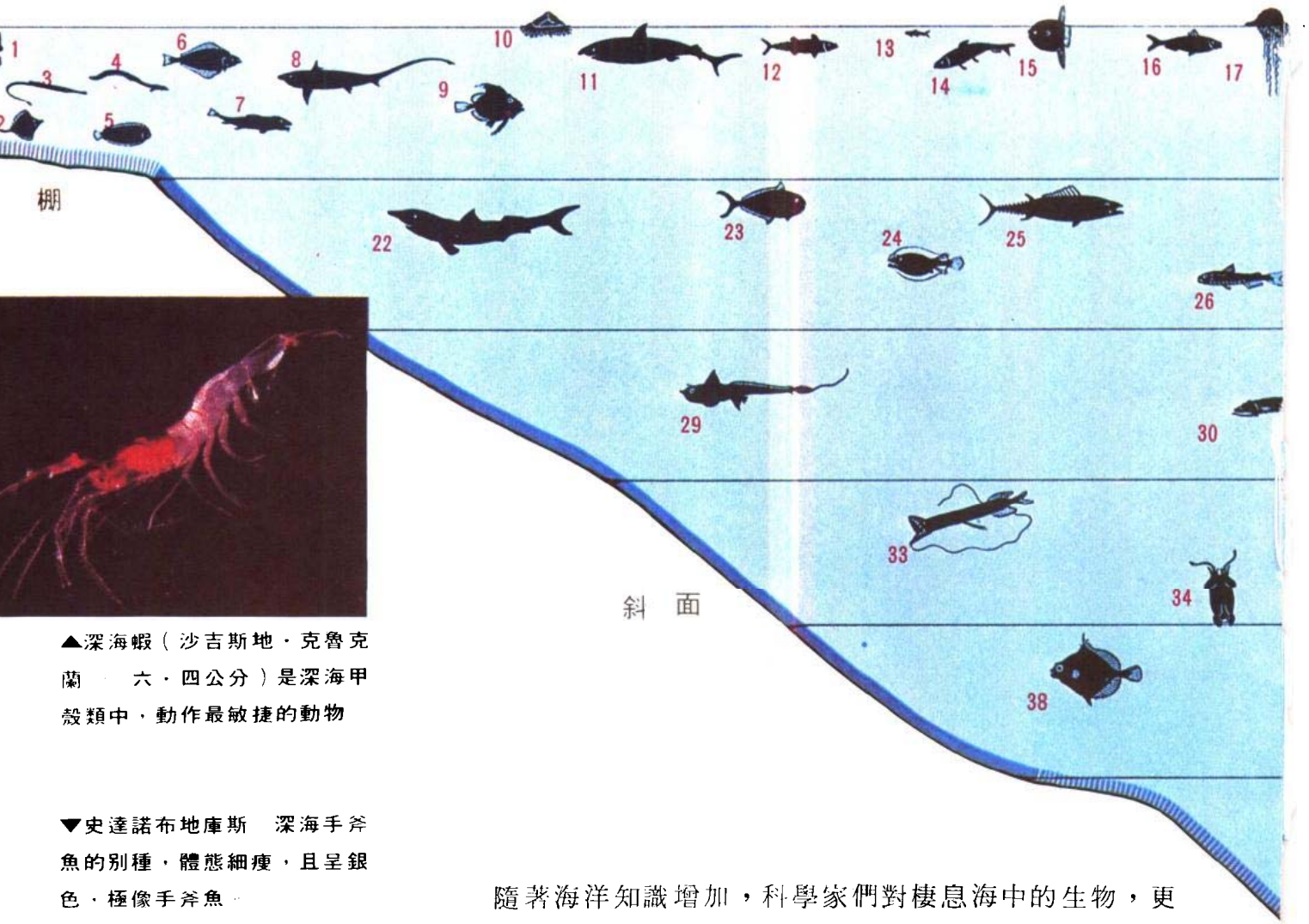
◀捕鯨船甲板上的鰛鯨（前方）和藍鯨，二者都是以浮游生物爲糧食的鬚鯨類。

從海中濾取生物，然後將水噴出，在水中，像小狗般地痛快嬉戲。

哈廸的新發現，並沒有產生制止濫捕鯨魚的作用，南極仍有白頭鯨魚被殺。直到最近，捕鯨者才勉強遵守保護鯨魚規則。但哈廸和有關鯨魚研究者，仍繼續努力從事保護鯨魚的呼籲。

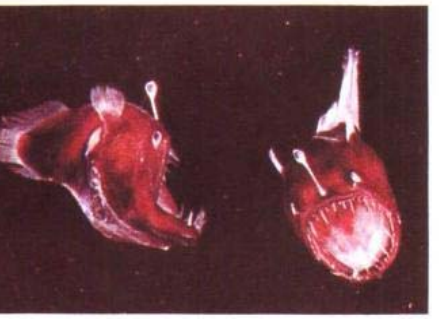
正當發現者號科學家們在進行調查時，德國探險隊也在南大西洋，從事另一些重要的研究工作。美廸奧爾號上一群德國船員，在南大西洋四處航行，詳細調查海水溫度、化學組合，這些調查和船上所做其他有關地質學、氣象學的調查，對於海洋的基本認識，有很大的貢獻。

▼菲亞洛羣島的人們包圍巨頭鯨，展開屠殺，不一會兒的功夫海水被血染成深紅色。島上的人們先將長度三一七公尺的巨頭鯨逼趕到淺水域，再以魚叉、短刀攻擊。古時的大屠殺，將攻擊得來的鯨肉，作爲過冬的食品。



▲深海蝦（沙吉斯地・克魯克蘭　六・四公分）是深海甲殼類中，動作最敏捷的動物

▼史達諾布地庫斯　深海手斧魚的別種，體態細瘦，且呈銀色，極像手斧魚

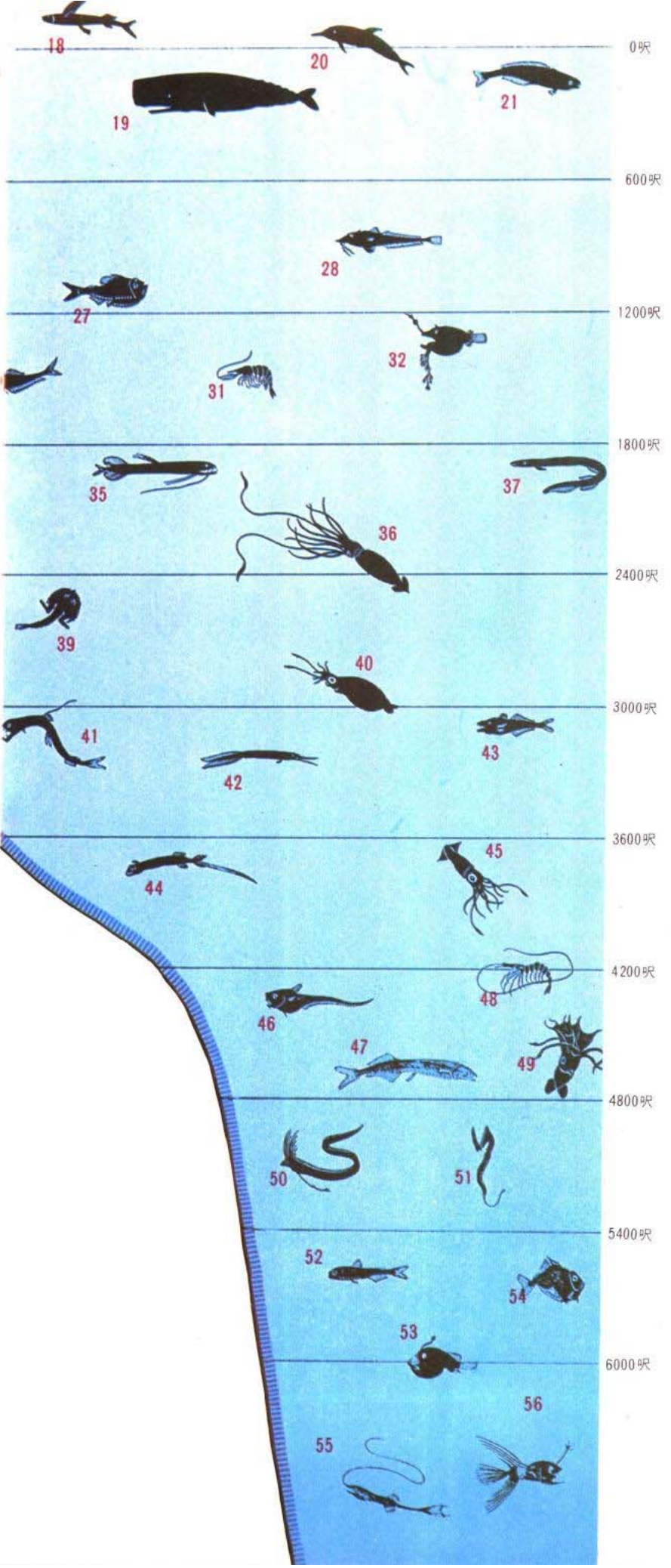


▲深海鮟鱇魚（梅拉諾希斯・強索尼　長約一〇公分）體外有作爲捕餌用的發光器

隨著海洋知識增加，科學家們對棲息海中的生物，更感興趣，哈廸詳細研究海洋中大型生物，及牠們賴以爲生的浮游生物。然而浮游生物所寄居的水層下方，尚有未發現的生物，丹麥蒸汽調查船加拉廸亞號在西元一九五〇年十月十五日，由哥本哈根出發，調查這些生物。

在加拉廸亞號計劃中，科學家尚無法確認在比一九五〇〇呎深的地方，是否有生物生存。探險隊主任科學家安頓・布魯說：「加拉廸亞號主要的探險目的，是探查海溝，了解在極端條件下的海溝，是否有生物生存？若有，到底是什麼生物呢？」

對布魯來說，這是具有兩種意義的重要航海。布魯自孩提時就幻想成爲船員，但因患了小兒麻痺，使得美夢無法實現。然而他仍醉心於海洋，所以認眞研究海洋生物，因而成爲約翰・舒密特的助手，乘上達挪號。而這位連做



◀大西洋中可以游動的動物圖

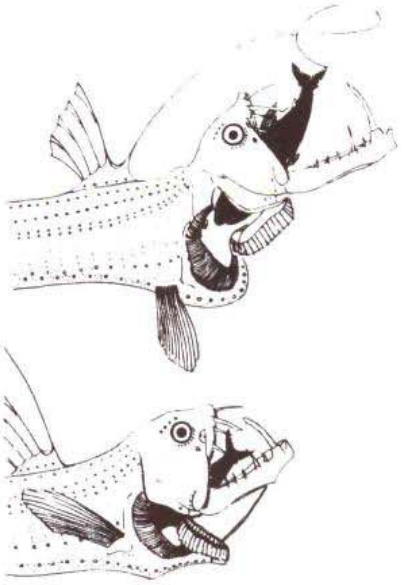
在沒有光線的深海裏，有許多生物具備了發光器，也有一些生物以奇異的型態來適應惡劣的環境

1．海馬	二〇公分
2．海雞魚	一．八公尺
3．楊枝魚	三十五公分
4．鰻魚	八〇公分
5．比目魚類	三十五公分
6．鮃魚	九〇公分
7．鱈魚	八〇公分
8．長尾鮫	四．五公尺
9．鯛類	廿五公分
10．鏡冠	五公分
11．鮫類	七．五公尺
12．鯖魚	三十五公分
13．鰛魚	廿五公分
14．鰛魚	廿七公分
15．鐵車魚	二、五公尺
16．亞洛薩魚	廿七公分
17．僧帽水母	三〇公分
18．飛魚	廿七公分
19．抹香鯨	十五公尺
20．海豚	二公尺
21．黑魚類	九〇公分
22．青鮫	四．五公尺
23．青鮫	五〇公分
24．鮫鰩類	五公分
25．黑鮪魚	二．五公尺
26．裸鰛	十二公分
27．手斧魚	十二公分
28．魴鮄	六〇公分
29．銀鮫	九〇公分
30．希庫洛托涅類	五公分
31．斑節蝦	一〇公分
32．鮫鰩類	一〇公分
33．克的英斯托米亞斯類	五公分
34．烏賊類	五公分
35．巴索非魯斯	三十五公分
36．大王鮫	十二公尺
37．庫拉米多塞拉克斯	一．五公尺
38．西多索馬赫魯凱	廿七公分
39．鮫鰩類	十五公分
40．烏賊類	十五公分
41．卡烏里歐多斯	三十五公分
42．鰻類	三十五公分
43．卡士莫多斯	十五公分
44．基根茲拉	三十五公分
45．深海鮫類	五公分
46．馬庫洛烏魯斯	三十五公分
47．希庫洛托涅類	一〇公分
48．斑節蝦．	七．五公分
49．深海鮫類	六〇公分
50．雷卡利克斯	三．五公尺
51．尤里法林克斯	六〇公分
52．裸鰛類	十二公分
53．深海鮫鰩類	十二公分
54．斯齊諾布帝庫	七．五公分
55．基根塔克第	十五公分
56．卡烏洛夫林	四．五公分

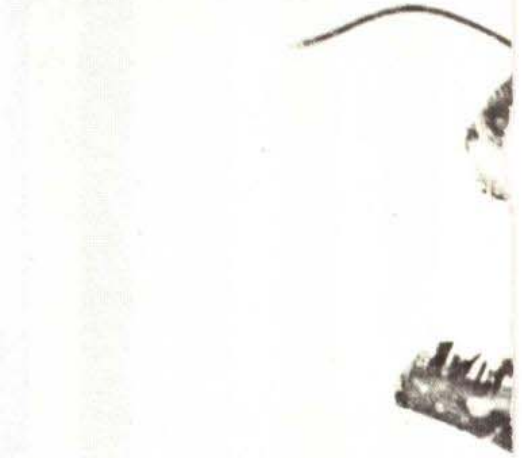
〔註〕 圖表所示爲大概的大小，並非絕對正確

船員資格都沒有的人，他再次戰勝厄運，乘上加拉廸亞號，參加探險工作，探查最深的海溝、發掘海洋秘密。

西元一九五一年六月二十二日晚上，加拉廸亞號到達離菲律賓群島岷答那峨島東北約二〇〇公里的太平洋上。船上的音響測深機，測出了海深八七〇公里的裂縫——岷答那峨海溝裏一個三三六七八呎深孔，花了一一〇分鐘，加拉廸亞號將大口拖網撒入海裏，拖網能在任何深度打撈，但沒有人能預知它能撈上什麼東西。



花費了數小時，終於將拖網拉上海面，海洋學家和船員們把網口鬆開，並且仔細地圍住網口，網裏有類似刺水母、文蛤、海參的貝殼類、穴居動物（在海底挖孔而居的生物），還有長硬毛的蠕蟲類以及拌在泥中的深海小石頭。其中帶有白色的刺水母，是人類未曾見過的生物。布魯發現，在那壓力極大、暗又寒冷的深海裏，確實有生物生存！



經過兩年，加拉廸亞號在太平洋、大西洋和加勒比海，發現了更多令人驚訝的新生物。深海動物倚靠上層水域的生物爲食，而棲息在離海岸很遠的深海動物，必須克服四周惡劣的環境，同時，須有特別的適應方法，來獲取食物。例如：黑色的史瓦洛娃能吃掉比牠身體大三倍的魚。另外，史廸里霍拉斯的頭部前方，具有迅速伸縮的口，在尋找食物時，能用鏟子式的嘴巴挖孔覓食。

深海裏的生物，大部分屬於布洛多利第科，加拉廸亞號的拖網拉上許多透明盲魚和微小生物，船員們又發現了鼠尾科的馬庫洛威第魚，牠們和布洛多利第科不同，牠們在光線明亮的上層水域，渡過幼年時期，因而具有明銳的眼睛。

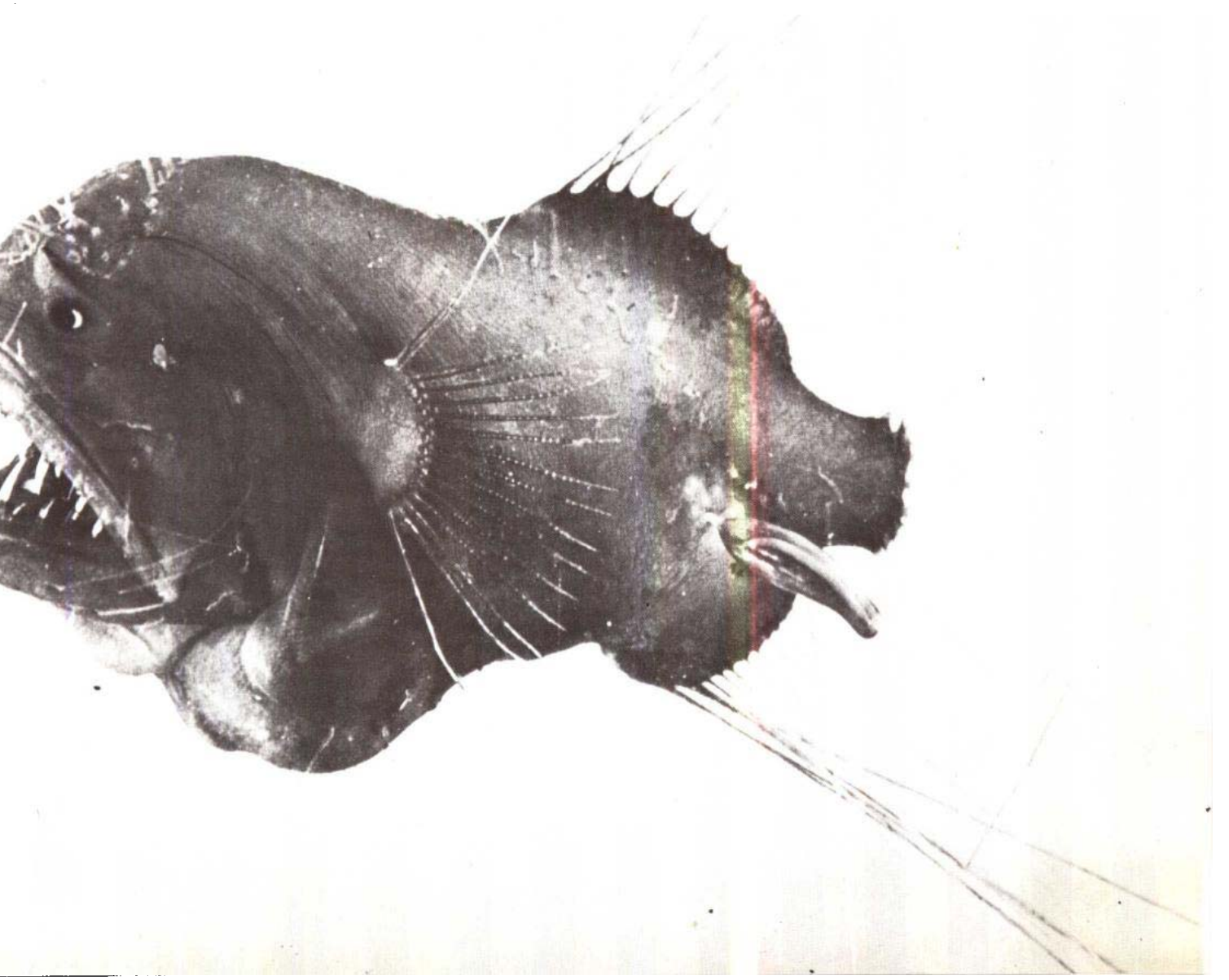
其中，也有具備發光源的魚類。名叫阿康西菲多拉的

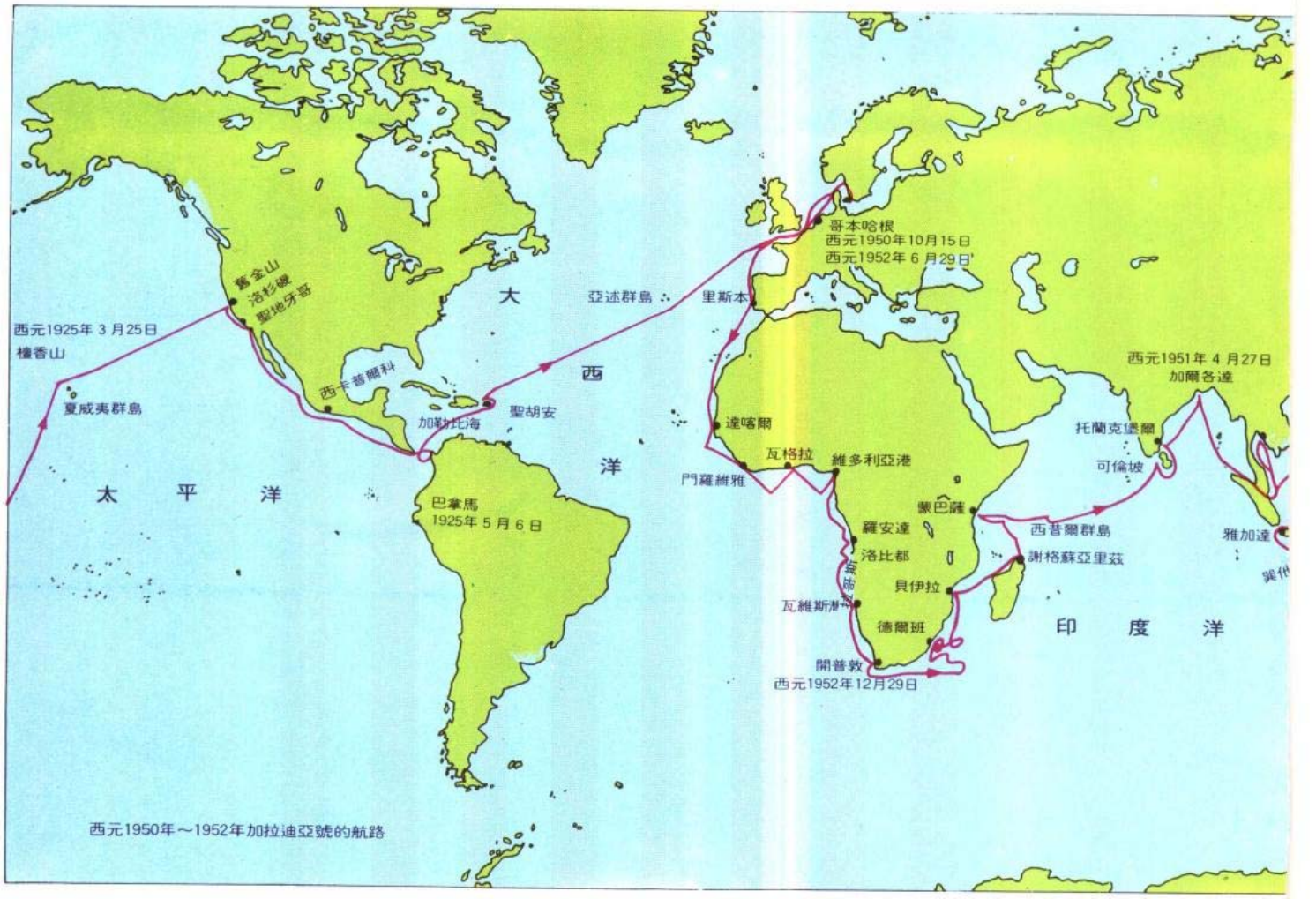
◀三叉槍魚，深海魚的一種，長約二十五公分，由於它的顎的構造比較特殊，所以可以吞食比它大的動物，這是它得以生存在糧食不足的深海裏的原因

蝦類，在眼睛下方的小孔，能發出光線。烏賊、魷魚能噴出墨汁，而小蝦能放射光芒，使敵人眼睛昏眩不明。這些特有功能，大抵都是爲防衞自己、抵禦敵人，也作爲與同種類生物通訊的信號。這種方法，可由深海鮟鱇魚戲劇化的現身說法得知。

黝黑、肥圓而少有魚鱗的鮟鱇魚，是種較小型的深海生物，牠的顎上長滿又多又長且向內彎曲的牙齒，嘴巴正上方有弓型的發光器——鮟鱇魚打獵用的特別器官，一旦小魚們受到光線的誘惑，冒險靠近時，即刻被鮟鱇魚所捕食。

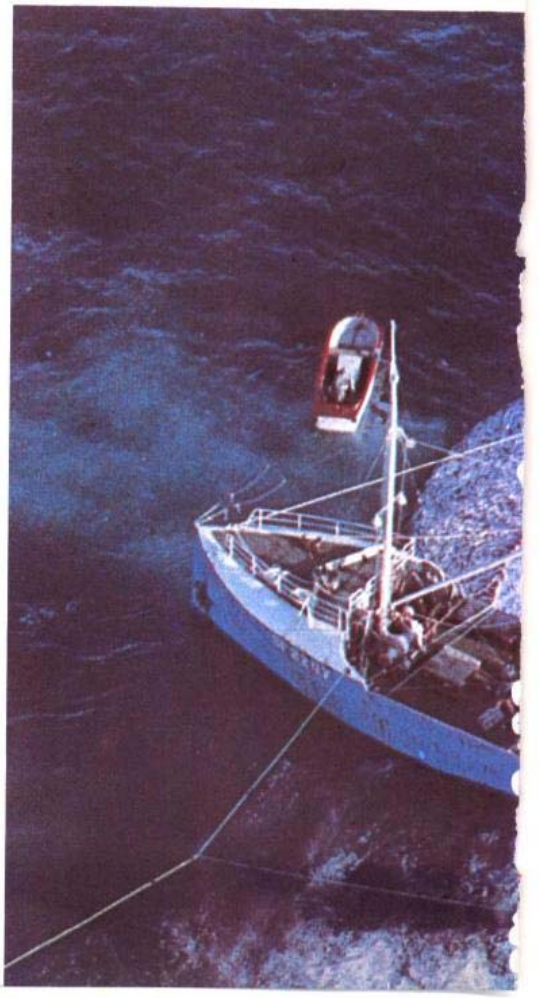
▼深海鮟鱇魚，長約十五公分，它的尾部經常有小甲殼類寄生





▲加拉迪亞號的航線．根據加拉迪亞號探險隊隊長安頓．布魯說：「加拉迪亞號主要的探險目的，是探查海溝，了解處於極端條件下的海溝，是否有生物生存？若有，到底是什麼生物呢？」加拉迪亞號從深三三六七八呎海底，以拖網撈起生物，而解答了這些疑問．

直到西元一九五二年五月六日，人類才又發現深海鮫鰜魚還有另一種。這天，加拉迪亞號順著中美洲西海岸，海深一一五〇〇呎的海底拖網，捕捉到一隻四十七公分長的巨長鮫鰜，科學家們驚訝於牠的長度，更爲牠的頭部沒有發光器而震驚。奇怪！牠的「誘餌之光」到底跑到那裏去了呢？是不是在捕獲時被弄斷了？但是，很快地，從牠又大又張裂的嘴巴內側，得到了答覆！

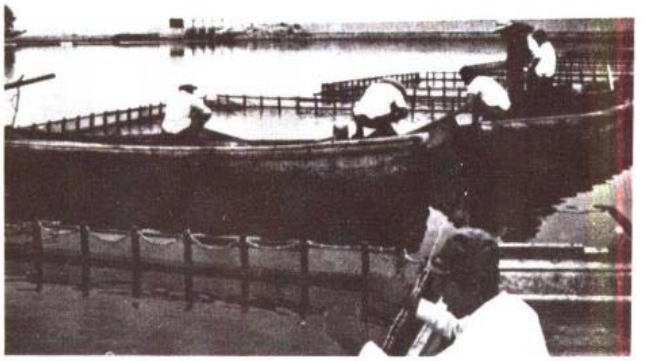


▶中央的船使用大型拖網捕到鰜．先將拖網投入海中，然後將網底拉成袋狀．

在頗令人害怕的牙齒後面，有排像刀叉的發光器，從口蓋垂下來。加拉廸亞號的動物學家們推測——這些生物橫躺在海洋底，只要將嘴巴張開，讓發光器發光，餌食便會自動進口，這可以說是加拉廸亞號拖網從深海撈出的最懶惰動物。

人類以其智慧，用不同的方法從海裏獲取食糧。漁夫們使用的魚網，以燈光誘惑魚群入網。最近還進步到將誘魚燈和馬達組合捕魚，馬達的功能是將魚吸進船艙。

近幾年來，水產業不斷地改進，用各種科學方法尋覓豐富的魚場，並且改良大型的魚網及其品質。魚獲加工技術也有種種新的突破。新式與傳統方式配合起來，一年的魚獲量約有六四〇〇萬噸，約爲過去三十年產量的三倍，西元一九八五年，傳聞可能達到二億噸。然而，過分濫捕將



◀日本飼養鰤魚的魚塭．漁夫們先將由外洋捕獲的幼魚，移至浮在海面的籠子裏，再移至海岸的圍槽裏，養大後，供應上市

會產生不良的影響，若不加以制止，不久後魚的供給量可能會大幅度的減少。海洋學家已針對這個問題，進行大規模的調查，就像對捕鯨者同樣的詳細列出保護準則。

我們換個話題吧！養魚場是在提供從海裏獲取的豐富糧食資源，這些魚場雖僅以普通方法捕捉魚類，卻有幾種不同的經營方式。當魚資源存貨缺乏時，可以養魚場的魚補給，或者從海裏打撈幼苗，養大之後再供應市場。（對於這種技術，日本的作法頗爲成功，在一年時間內，可有二萬噸的鰤魚和一三〇〇〇噸的鰻魚供應上市。）

此外，還有將魚場過多的魚類，趕至魚餌較豐富的新水域的方法，更進一步的技術，用特別的孵化場，將魚卵孵化成魚，一旦孵化成後，爲增加魚的資源量，便放出海洋，或者在養魚場養大後，供應上市。養殖場能夠顧及幼魚免遭敵人或病害的侵襲，而且在養魚場有條理的管理下，有可能生產出改良後的新魚種。

到現在爲止，海中牧場的養殖以斑節蝦最爲成功。日本人在這種養殖業創下了年產量三〇〇至四〇〇噸的全球最高紀錄，而且他們又擁有廣大的牡蠣（蚵）養殖場，以平均一平方公尺五公斤的比例，供給了含蛋白質的海中糧食，這比從牧草地平均一平方公尺所得的肉類供給量，多出二〇〇倍哩！

就像養殖魚業一樣，海中栽培業也在全世界蓬勃地展開。

可是，現在試驗海中栽培業者，並不僅是爲製造「能食用的東西」而努力開發的。

他們也培育富維他命、蛋白質的海藻，或浮游生物。並研究能提高收穫量的方法，科學家們推定有三億六千平方公尺的海域，一年能生產四千億噸的植物浮游生物；與動物性魚類六四〇〇噸之捕獲量相較，如果能有效地獲取這些糧食，並加以改良的話，就能供給大量植物性糧食，解救地球上飢餓的人群。這些科學家也爲尋找製造麵包和蘇打餅乾用的浮游生物粉末，而致力開發研究。

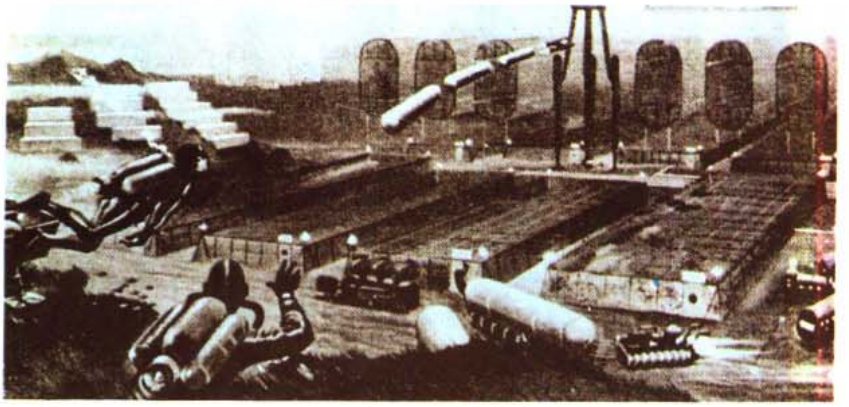
說不定將來海洋可供給人類所需要的醫藥品，科學家們發現，某些海藻可以做出非常有益的藥品，而且已有幾種藥品在市場上銷售，並且又積極的研究其它海藻。目前由於抗生素的普遍使用，而引起細菌對抗生素產生抗藥性，使得藥物失去效用，因此，科學家們又肩負了發現新的抗生素的重責。

美國植物學家保羅·帕克荷達，在最近幾年的海藻研究中，研究了六種海藻，至少發現了十五種新的抗生素。其他生物學家在文蛤類當中，也發現了抗生素，從海星抽出胰島素，而鯨魚也提供了治療某種心臟病所需的藥品，並且實驗出，從某種海藻抽出的物質，可防止血管硬化。

一百多年以前，法國經濟學家尤金·諾艾爾曾這麼呼籲過：

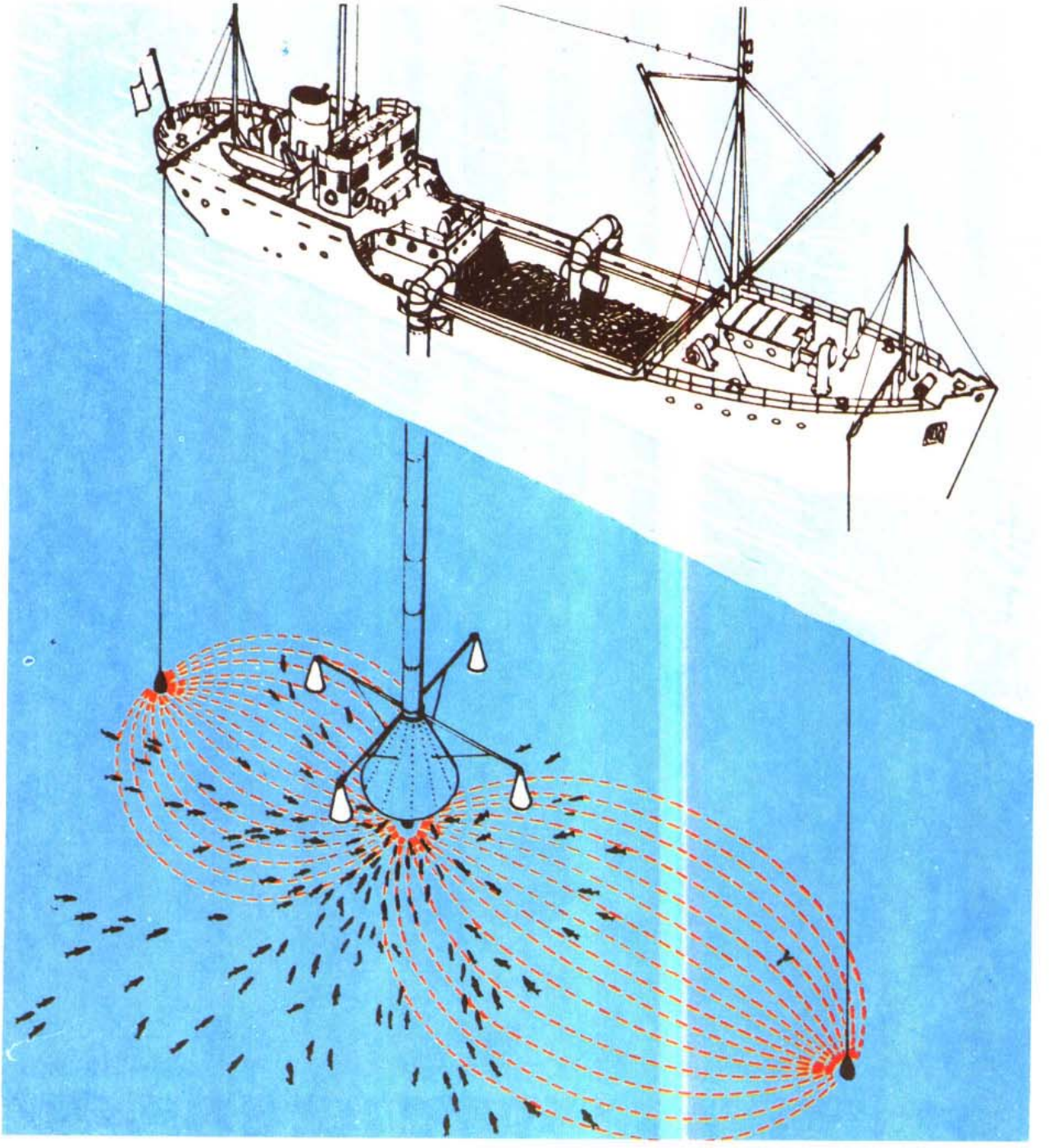
「將海洋改成巨大的食糧工廠，在海洋施肥吧！它是比陸上更有收穫的實驗室。在海底、河川、池塘施肥吧！現在只有陸地被耕耘，海裏的耕耘技術何在呢？聽吧！全世界的人們！將海洋轉變成巨大的食糧工廠。」

▼用馬達從海裏吸上的魚兒 蘇俄的漁夫，在裏海利用這個方法捕捉沙丁魚，這種方法隨著新魚網的發明，與捕魚裝置的開發，使得世界魚獲量大大增進。然而，使用這種方法或許會招致某些食用魚因被過多捕獲而絕種。



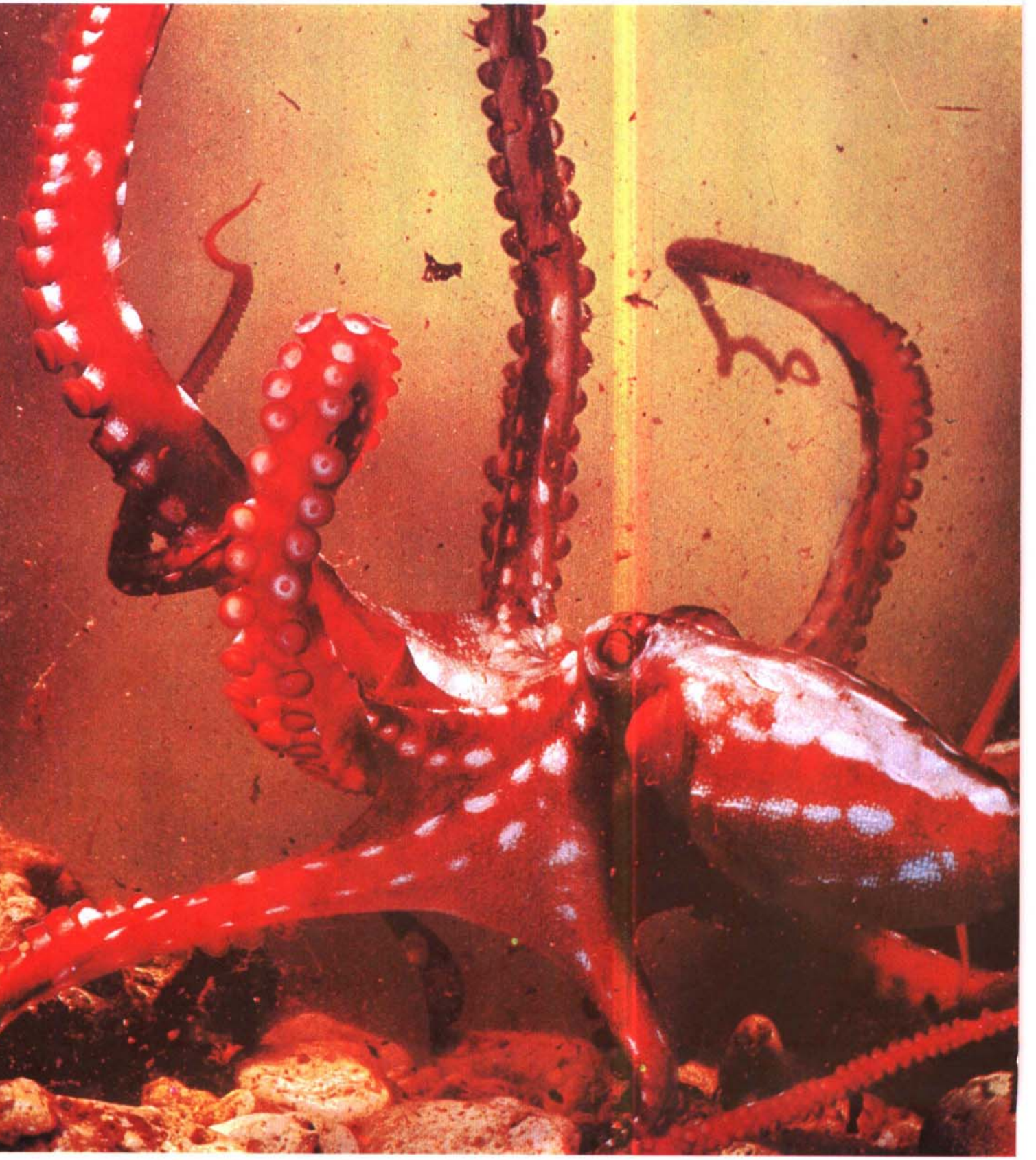
◀未來的海中牧場，到二〇〇〇年以後，海洋將供給人類所需糧食的五分之一。這是在海底建立自動飼養場的想像圖。

▼新式捕魚法，魚被强烈的誘魚燈吸引，游向吸入管的方向，吊在水中的電極成爲磁場，使魚兒昏眩，再用馬達吸入船艙。

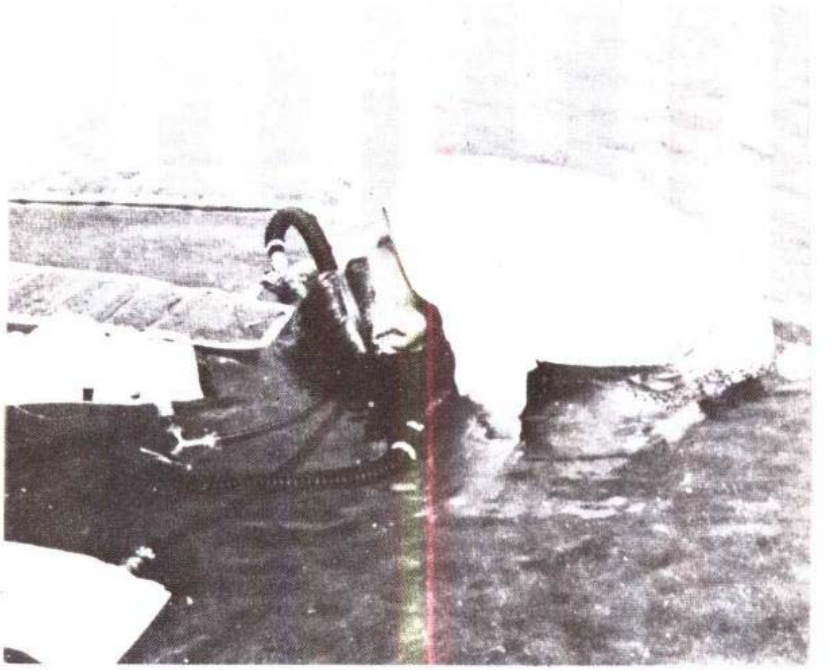


現在，全世界各國都已側耳聆聽——因除此之外，已別無他法了！

▼活動中的鱆魚。探求新藥品的科學家們，正研究從各種海中動植物提煉出藥品，他們發現從鱆魚體內可抽出治療某種心臟病的藥品。



10 征服「內太空」

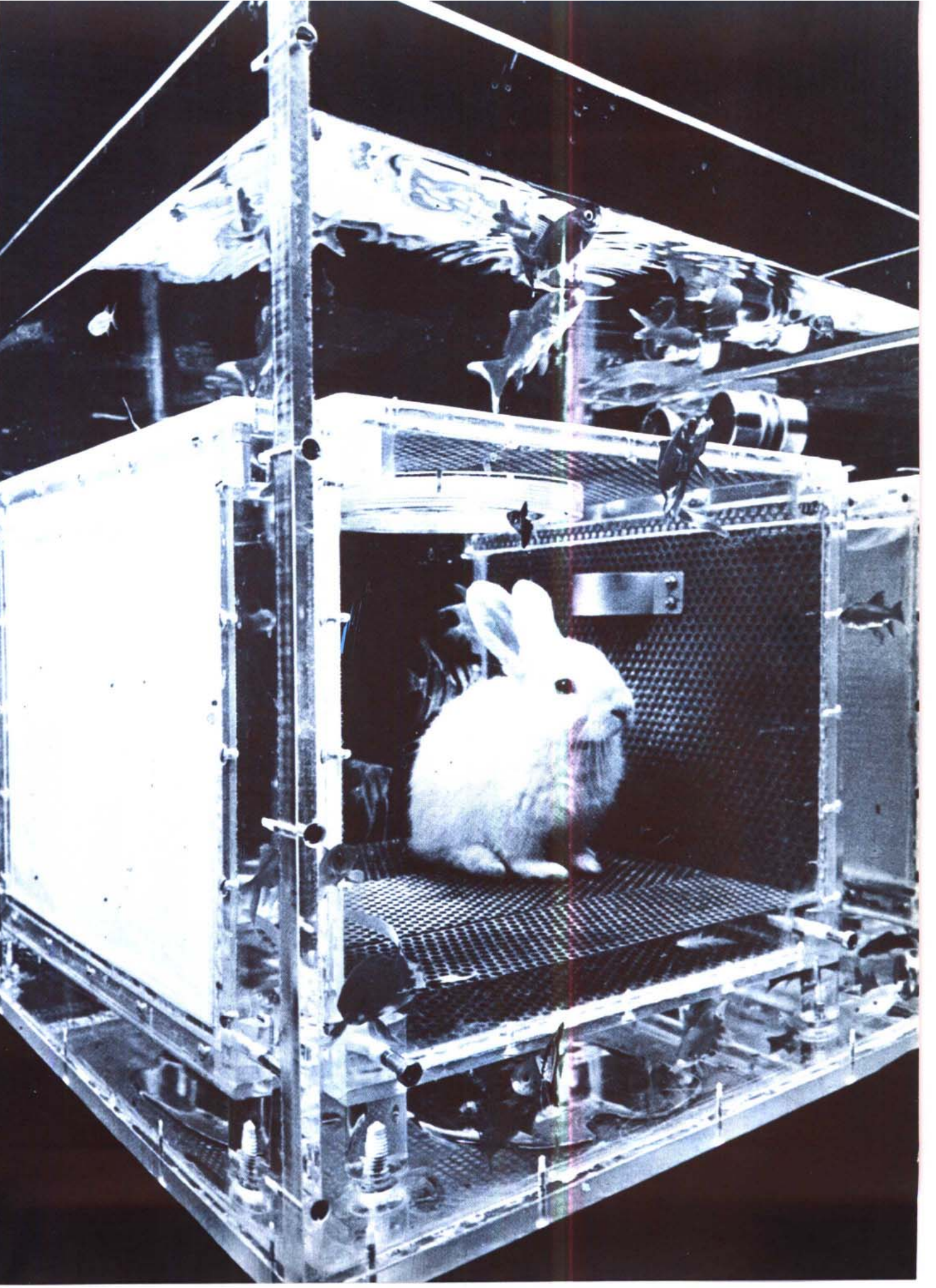


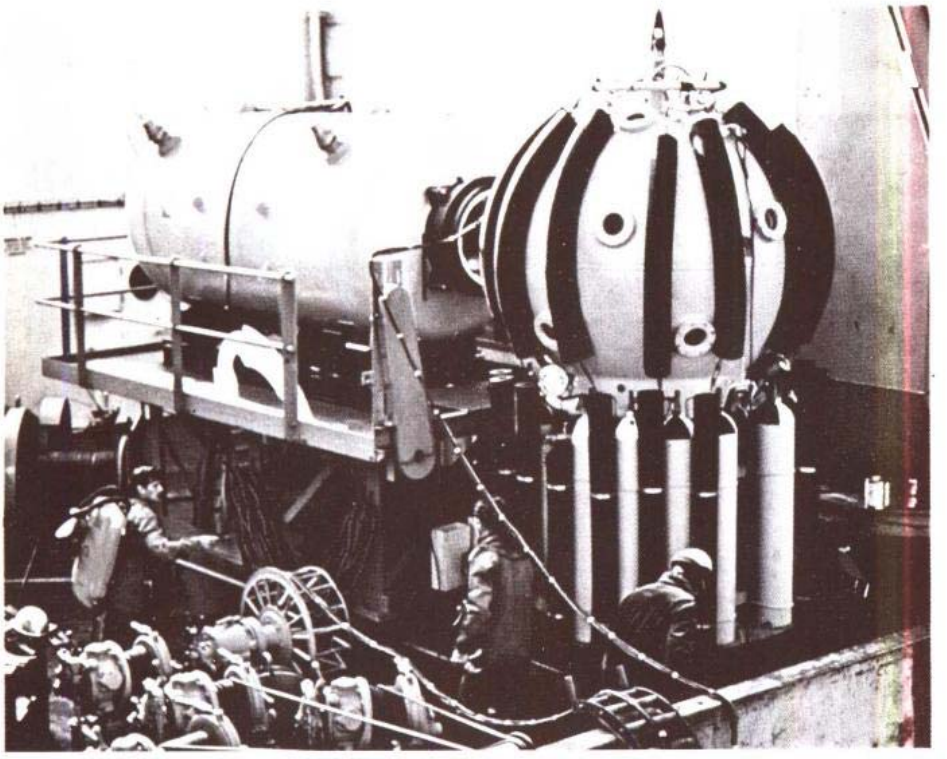
▶渥爾迪瑪·艾伊魯在紐約瓊斯海灘，使用自創的人造鰓潛水　人造鰓是以兩片塑膠板做成，底邊掛上能進入氣體，不能進入液體的薄膜　艾伊魯在海裏逗留一個半小時，可直接吸收氧氣

從兩千年以前亞里斯多德分類地中海的海洋生物以來，人類經過一段漫長的時間後，才了解海洋。隨著潛水裝置、潛水鐘乃至水中呼吸器和深海潛水艇的發展，使得當時原先誤認只有大陸棚才有生物生存的觀念得以糾正，也使得人們知道海洋最深處，也有生物生存。那些極大的海流，就是大海裏的河川，也已被測定而記在海圖裏，同時，也讓人們了解海底是充滿生氣而又經常變化的世界。所以，我們已慢慢確切地了解地球及海洋的歷史。

那麼，未來的海洋探求爲的是什麼呢？西元一八七〇年裘爾·貝魯穆在「海底二〇〇〇〇里格」（每里格約五公里）一書中說：「人類將來必會在海洋裏生存！」這個預言經過了一〇〇年，竟指示了下一代走向偉大的探險旅程。人類將來可能——必定——成爲海洋居民！

▶在水裏籠中的小白兔。牠藉著籠旁的膜移動而呼吸，膜可以阻止水的流入，不過有像肺的細胞一樣，可以使氧和二氧化碳進出　潛水專家認爲，這種膜可作爲人造鰓，而利用於潛水探險





◀水中升降梯（ＳＤＣ）錫秀亞號，後面是減壓室。通常都是將兩個潛水夫關入水中升降梯內，用絞車吊到工作基地。室內加壓到與外面水壓相同的程度，再從入口出來，工作完畢之後，再走進升降梯，密封之後迅速回到海面，移至減壓室緩慢減壓，或者爲下一次的潛水，繼續加壓待機而動。

爲了能在海中生存，和開發海洋財富，初期的試驗，已邁出第一步。西元一九五〇年後期至一九六〇年，已將歐洲、美洲的潛水夫創下潛水的限界，再增加一〇〇〇呎，並創下居住海中時間的新紀錄。由於這些發展，使得深海潛水夫所困擾的二個重要問題——氮醉與減壓的必要性——有了新對策。

利用某種非活性氣體，可制止氮醉，或將其減到最輕的程度。現在，深海潛水夫所使用的主要氣體是氦氧混合氣，這種氣體至少能適應八〇〇呎深處，但是，若在深海下方，仍會引起呼吸困難的現象。因此，現代的專家們又在研究，以氫取代氦——氫是所有氣體中最輕的氣體——但氫氣容易燃燒，很難處理。不過，照現在發展的情形看來，經驗豐富的潛水夫預測：在二十年之內，人類可能潛至三〇〇〇呎的深海底。

長期居住海中的潛水夫們，又發現另一件重要的問題——即所謂的飽和潛水，這對縮短冗長的減壓時間極有幫

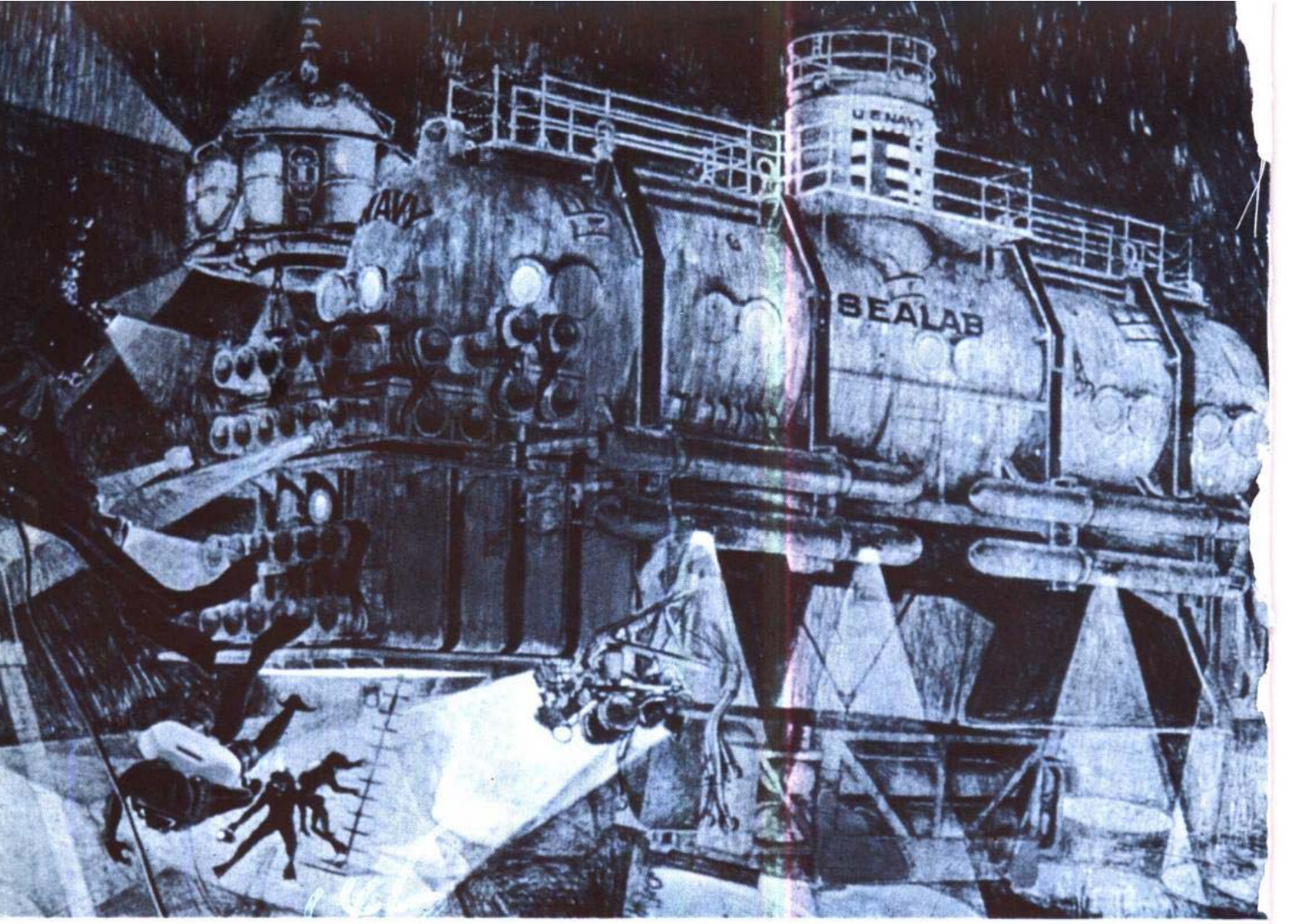
▲潛水室。西屋海底分公司所創設的裝置，潛水至六〇〇呎深海，加壓之後，四個人可以兩個輪流工作，在輪休時，可在加壓室休息。

▲在美國海軍愛海二號上過著孤單潛水生活的小組，前列左邊第二位，是前太空人兼指揮官史考特·卡本特中校。

助。人類體內組織只能吸收有限的氣體，一旦到了飽和狀態，則潛水夫能在飽和地區長久居留，而組織中的氣體不會再增。飽和的程度以減壓時間決定，一旦到達飽和點，潛水夫就不必花費時間減壓，而能在那個深度裏，作幾天、幾個禮拜，甚至幾個月的居留。

使用飽和潛水法減壓，仍然要花費很長的時間，假定要潛至二〇〇呎處，只費三分鐘，但一面減壓一面上升，回到海面，卻需要二個半小時，若是縮短減壓時間，潛水夫的生命就有危險，所以這個問題成爲潛水作業的大障礙。如果不減少減壓時間，潛水夫是否能安然返回海面？

這個答案是加壓力，即所謂水中升降梯（ＳＤＣ）它是能將潛水夫放入海底，又能帶回海面的裝置。現在所使用的升降梯當中，由廸佛康國際公司所創的「海核心」，是能將二個潛水夫放到六〇〇呎深處的房間式裝置，並有數個氣缸，供給潛水夫和房內所需的空氣。潛水夫從出入口進入海裏工作，完工後回來，當升降梯被拉回海面時，



▲設置在海底的美國海軍住屋愛海三號。這個住屋在水深六〇〇呎處，由五組人（一組八人）在此作業、生活。它透過海岸的電纜，收取電力、清水和通訊。呼吸用氣體和緊急補給品，則由海上支援船供應，住在海底的人員，利用潛水服、通訊裝置，和各種水中機器進行實驗

和船上的減壓室（ＤＤＣ）結合，潛水夫先被移至減壓室裏，若需繼續到海中工作，便在減壓室裏待機，等一切工作完成後，再接受完全的減壓。

升降梯提供了潛水夫寶貴的工作基地，而當他們連續數週甚至數月地在水中工作，勢必要有溫暖舒適的家庭生活才行。從西元一九六二年庫狄首創海底住屋福雷空基朗一號以來，在這「荒野」上的開發，大部分都由美、法所獨佔。

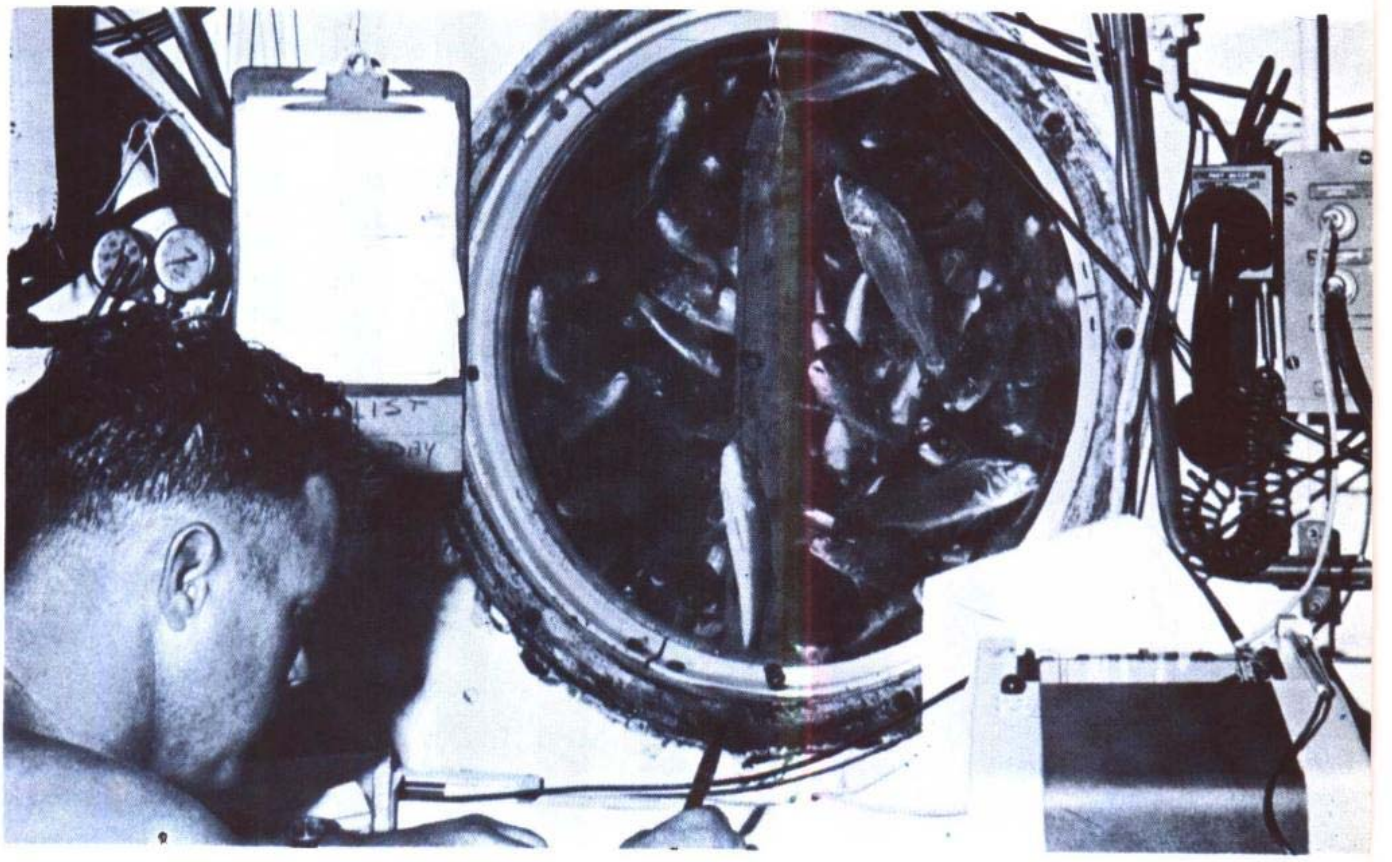
當庫狄進行福雷空基朗的實驗時，美國海軍喬治・邦德，在差不多仿似海中的研究室裏，一連串地進行對海中潛水夫的模擬性壓力實驗。由於這項實驗的成功，西元一九六四年美國海軍，決定了愛海號的計劃。

長一〇・七公尺、直徑三・七公尺的雪茄型圓狀愛海

一號，設置在百慕達外海深度一九二呎處，四位潛水者在此生活四天。爲在海中工作，他們經常游到外面，利用海中電纜通訊或做其他聯絡。而呼吸用氣體或緊急用品，都由海上支援船供應。

第二年，愛海二號在二〇六呎深處進行實驗，這次海中住屋實驗，由十人參加，每三人一組輪流住十五天，在這些新人當中，有前太空人兼指揮官史考特·卡本特中校參加，他因狂熱「內太空」，而在海中連續住了三十天。西元一九六九年春天，愛海三號在六一〇呎深處進行實驗，爲了這項計劃，試驗當局從英國、加拿大、澳大利亞聘來的潛水夫，分爲五組，每組八人，進行觀察作業。

最新的美國海軍海中住屋廸可泰德二號，這是採隧道式連接成高五·五公尺的二個連接圓筒，圓筒內部設有研究室、乘員室、指揮中心、引擎室和濕室（潛水夫出入住



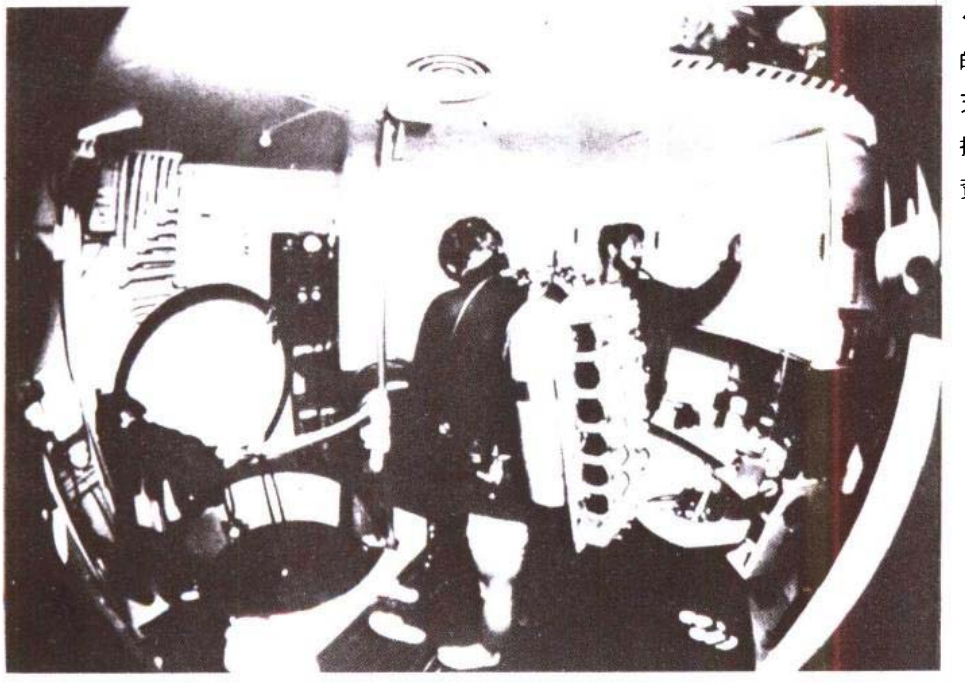
▼美國海軍的海底住屋愛海二號的內部　住在深二〇六呎的潛水夫們須寫日記　圖中表示，潛水夫約翰力普正在寫日記的情形，在舷窗上可看到，因受射於海中的光線所誘，蜂湧而至的魚羣

居所通過的房間），並有特大的冷藏庫供給乘員的糧食。室內充滿了加壓過的混合氣體，溫度保持在攝氏二七．六度。其中雙人座的迷你泰德號，是爲在更深處工作計劃而建造，當潛水夫使用它時，一定要用無線電和海上聯絡。海上的觀察家，在孤立而充滿危機的環境下，長期且詳細地收集潛水夫的反應，並仔細檢查他們的健康情形。

潛水夫們所遭受的困難之一，是如何保持溫暖。住屋雖有保暖作用，但屋外的海洋卻極爲寒冷，因此，潛水夫必須穿著特製的絕緣潛水服——溫衣。這是用氣孔物質做成，穿在長毛質的內衣外面，然後使水膜在皮膚與衣服之間循環，水膜受身體保溫，發揮了絕緣的功能。但在比二〇〇呎深的地方，外面的水壓將濕衣緊緊壓住皮膚，水膜喪失絕緣效果。福雷空基朗三號的潛水夫，嘗試穿著充滿二氧化碳的玻璃「小氣球」所製成不受壓縮的背心，克服了這個困難，而其它形態的衣服，仍在實驗中，有的是採用電力保溫，有的是讓潛水夫携帶輔助保暖器。

▲穿著溫水服的潛水夫　溫水從另一條排水管供給；在海中保暖身體，是最重要的事　除穿溫水衣外，也有穿溫衣或攜帶電器保暖的潛水夫

海底居民的另一個問題是談話。由於使用有多量氦氣



◀迪可泰德二號溫室準備游泳的潛水夫　西元一九七〇年夏天建造的美國海軍海底住屋，提供了完全孤獨時的心理反應資料

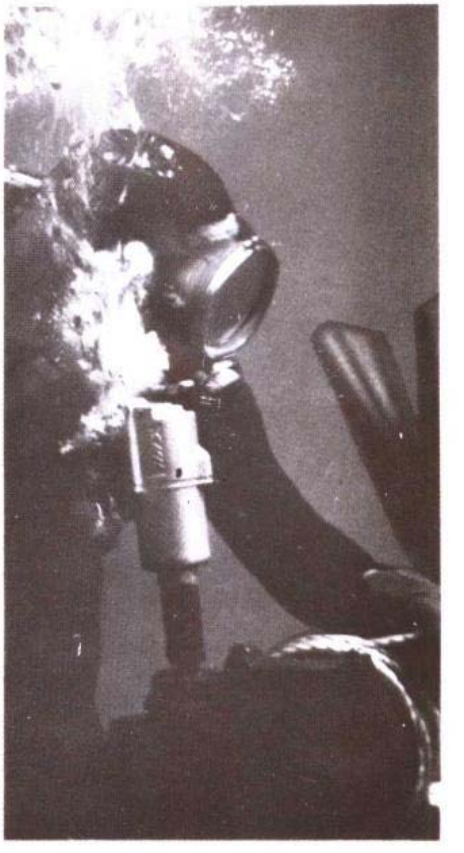
▲使用新型水中呼吸器的潛水夫　因能排出二氧化碳，所以空氣能被利用二次

的呼吸用混合氣體，海底居民無法做正常的交談，尤其與海上人們之間的聯繫更不容易，爲解決這項困難，會話判別裝置的產生，將有莫大的助益。

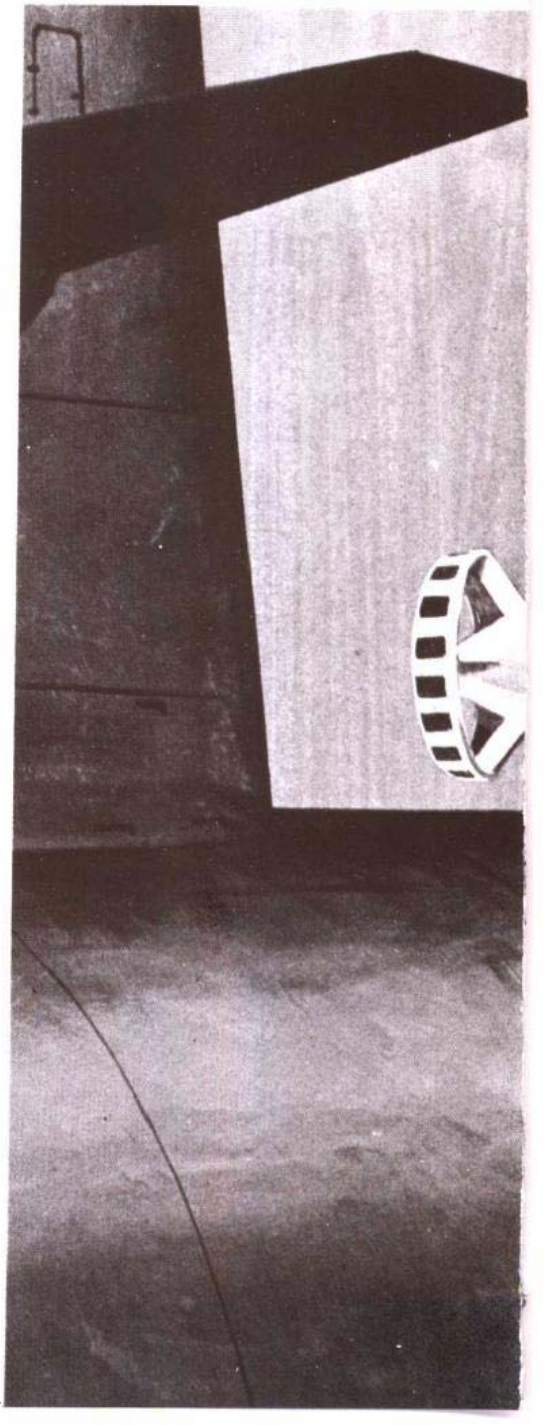
人類必須克服的大障礙，是減壓的問題，在海中居住的最後階段，潛水夫必須在減壓室渡過二十小時，對於這種問題革命性的解決方法，被潛水開拓者賈奎斯・庫狄所克服。他提議創造水中人的新人種——HOFO・AQUATIS。庫狄所提議的「水中人」，是在海裏能像魚類一樣自然呼吸，這種人不使用呼吸氣體，也能在海裏潛水，同時，不需減壓，也能回到海面。他所需要的只是一個直接埋在體內，能維持生命的小型儀器，他的肺裝滿不會被壓縮的液體。

西元一九六〇年初，庫狄發表了這個突破性的構想，爲實現這個構想，荷蘭的雷登大學約翰尼斯・A・卡爾斯特拉，曾多次以動物爲實驗，西元一九六三年，卡爾斯特拉飛往美國，與美國科學家携手合作，進一步地使用老鼠、小狗實驗，五年後，他以自願的深海潛水夫法蘭西斯・J・菲魯吉克進行第一個能公開做報告的人體實驗，菲魯吉克的一片肺裏的空氣，經常被一定量進出的能夠「呼吸

▼在海中拿著電動扳手的潛水夫　因爲潛水夫拿普通用具，在海中無法使力，故需用電動



◀裝在C—141型飛機的深海潛水救助艇(DSRV)。DSRV乃爲救助五〇〇〇呎深的遇難潛水艇而設計，它能迅速地將工作人員輸送到發生事故的現場，救助發生事故的潛水艇



」含鹽溶液所取代，菲魯吉克說：沒有絲毫的不舒服。這就是說，他使用充滿液體的肺呼吸，與正常的呼吸一樣。

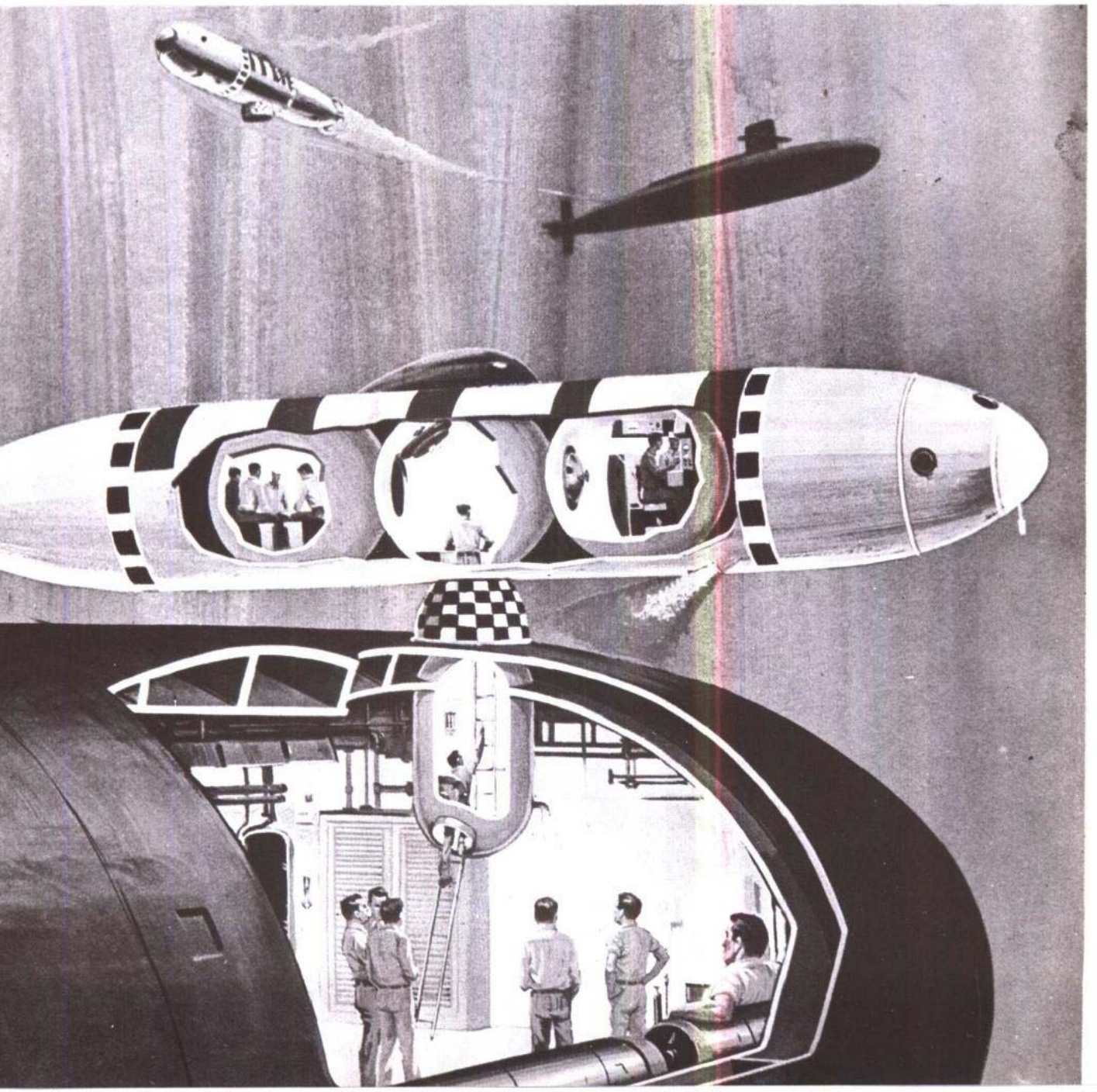
就在這時，紐約瓊斯海灘浴場的遊客，看見了另一種驚人的海中呼吸實驗，這是新喬治州的潛水者兼發明家渥爾迪瑪·艾伊魯所做的人造鰓試驗。艾伊魯自創的人造鰓是以兩片塑膠板做成，底邊掛上浸透性的薄膜。由於氧氣能從這層膜板進入，水卻不能，所以艾伊魯能用橡皮管從海上吸氧或排出二氧化碳。艾伊魯在海中逗留了一個半小時，且直接吸收氧氣，可以說是人造鰓發揮它完整功能的一次成功實驗。

庫狄洞察未來，預言說：水中人將可以在六〇〇〇呎深處自由活動；又說，將會發生海洋深部的新人種，且能在巨大的海中都市生活。

至少，我們已經獲得了建造海中小小殖民地的建設技術。某大公司已經完成了在深一〇〇〇呎處，建設能容納五十人住宿的研究計劃，三層樓的海星型建築構造，依靠海上船隻所裝備的加壓升降機與海上聯絡，估計要完成這

個建築，必須花費一〇〇〇萬美金左右，說不定，這種應科學研究或商業活動而產生的建築物將成爲海底旅行者的旅遊中心。

除了開發這類的海中村落之外，被稱爲薩布馬西布爾或薩布馬利那的新式交通工具，也爲探查有無人類存在的深海而發明出來，除此之外，還有調查人類未知的數百萬平方公尺海洋的調查船，及能在幾百、幾千呎深活動的作業船。未來的薩布馬西布爾，可能成爲運輸工作者、旅遊



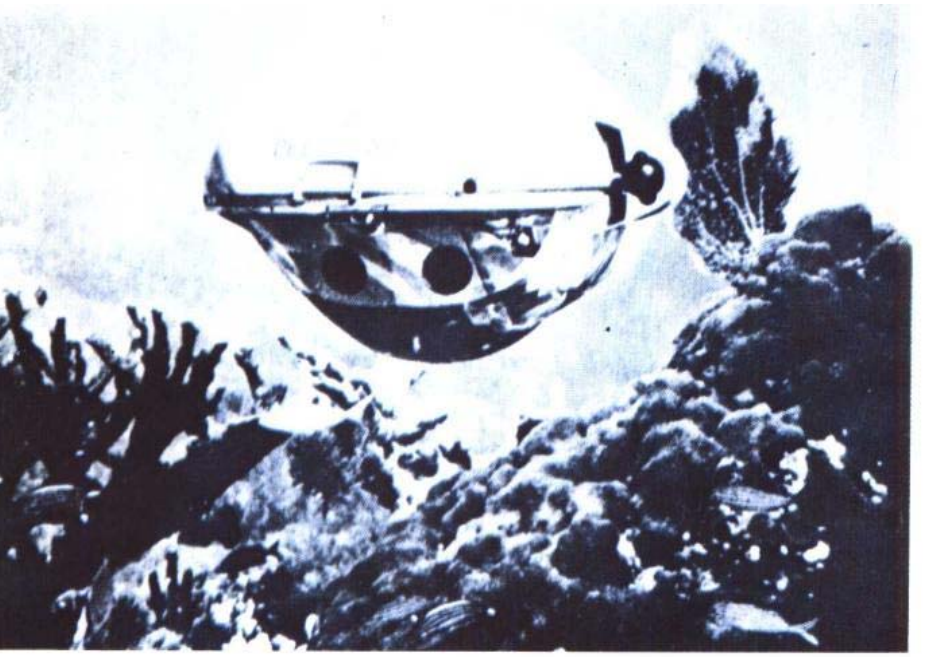
▼在潛水艇避難口上的DSRV救助艇　避難口與救助艇緊緊結合，DSRV一次可以救助二十四個生存者

者到各處的海中巴士。

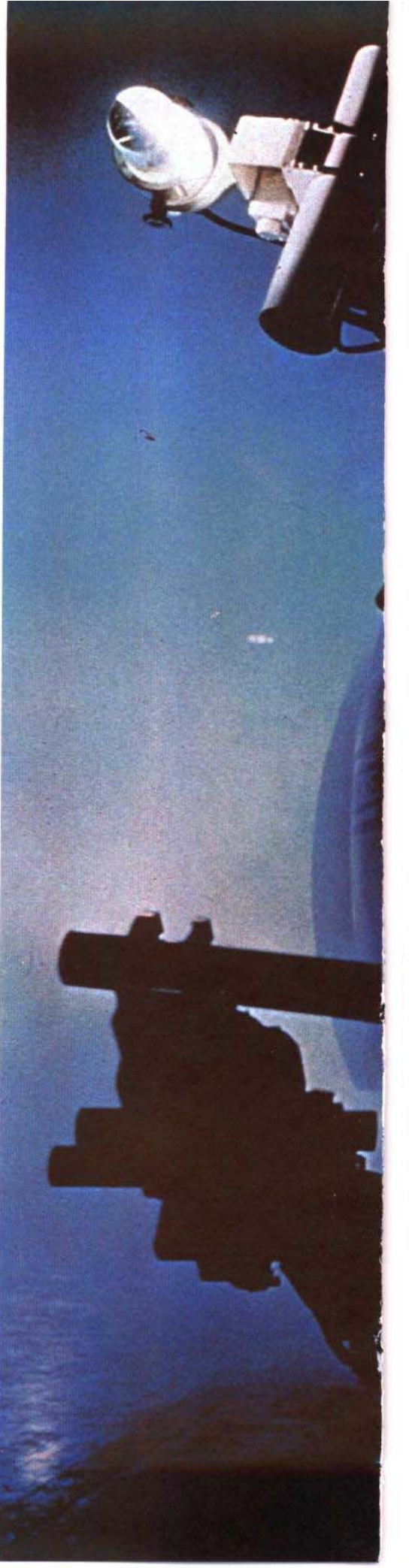
從西元一九六〇年，賈奎斯和渥爾胥乘坐中層潛水艇特利艾絲號完成歷史性的潛水以來，全球的潛水艇開始活躍起來，其中有四十艘以上屬於美國。美國對潛水艇有興趣，並不是爲了特利艾絲號的成功，而是因西元一九六三年所發生的悲劇而起。

西元一九六三年四月九日，美國海軍潛水艇史雷夏號沈入八四〇〇呎深處，在這遙遠的上方之救助船人員，雖能聽見史雷夏號的破碎聲，然而卻因無六〇〇呎以上的解救潛水系統，所以只能眼睜睜地看著史雷夏號的船員葬身海底！

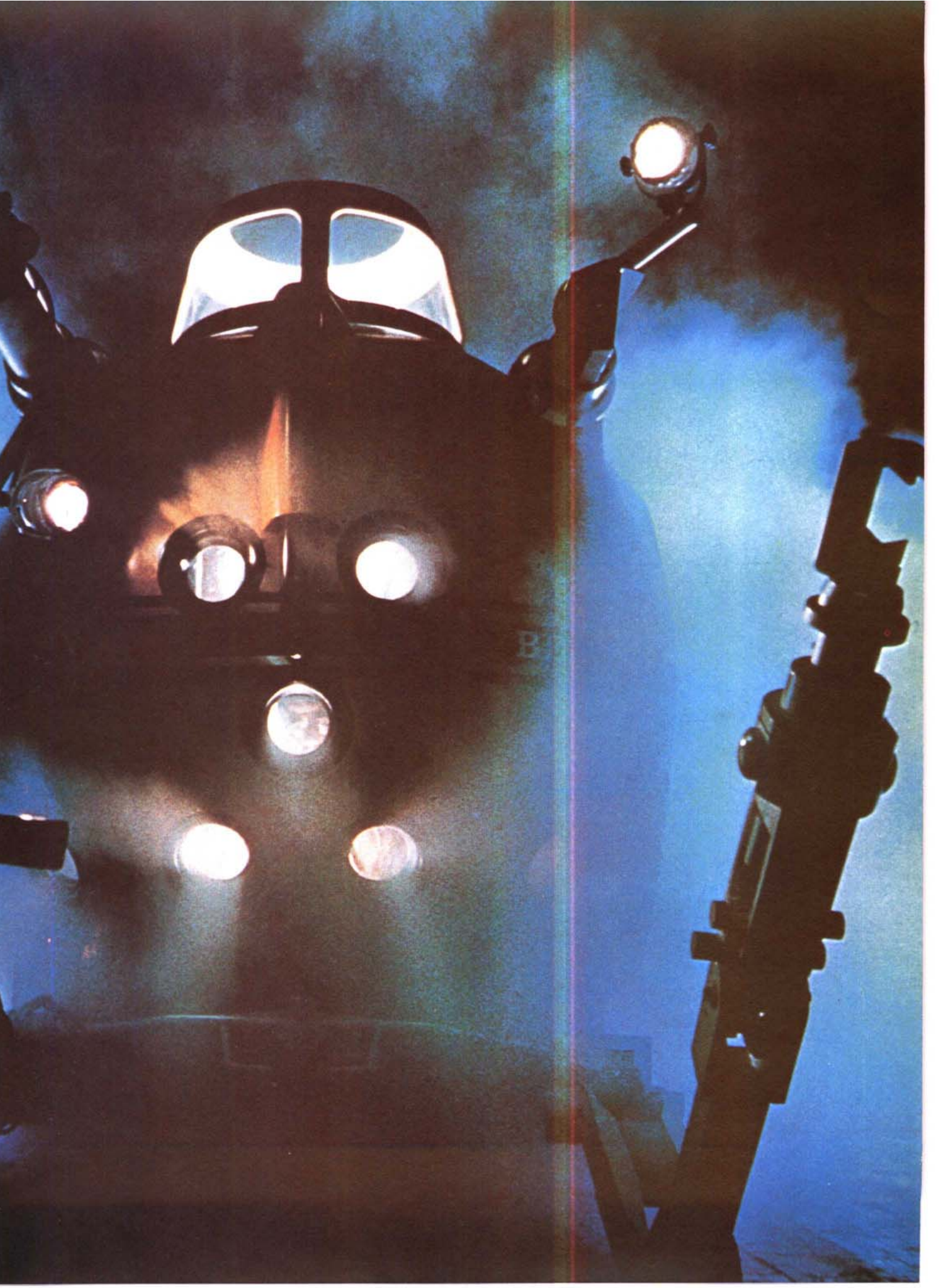
對於這個悲劇，美國海軍依循過去已知的技術，開始

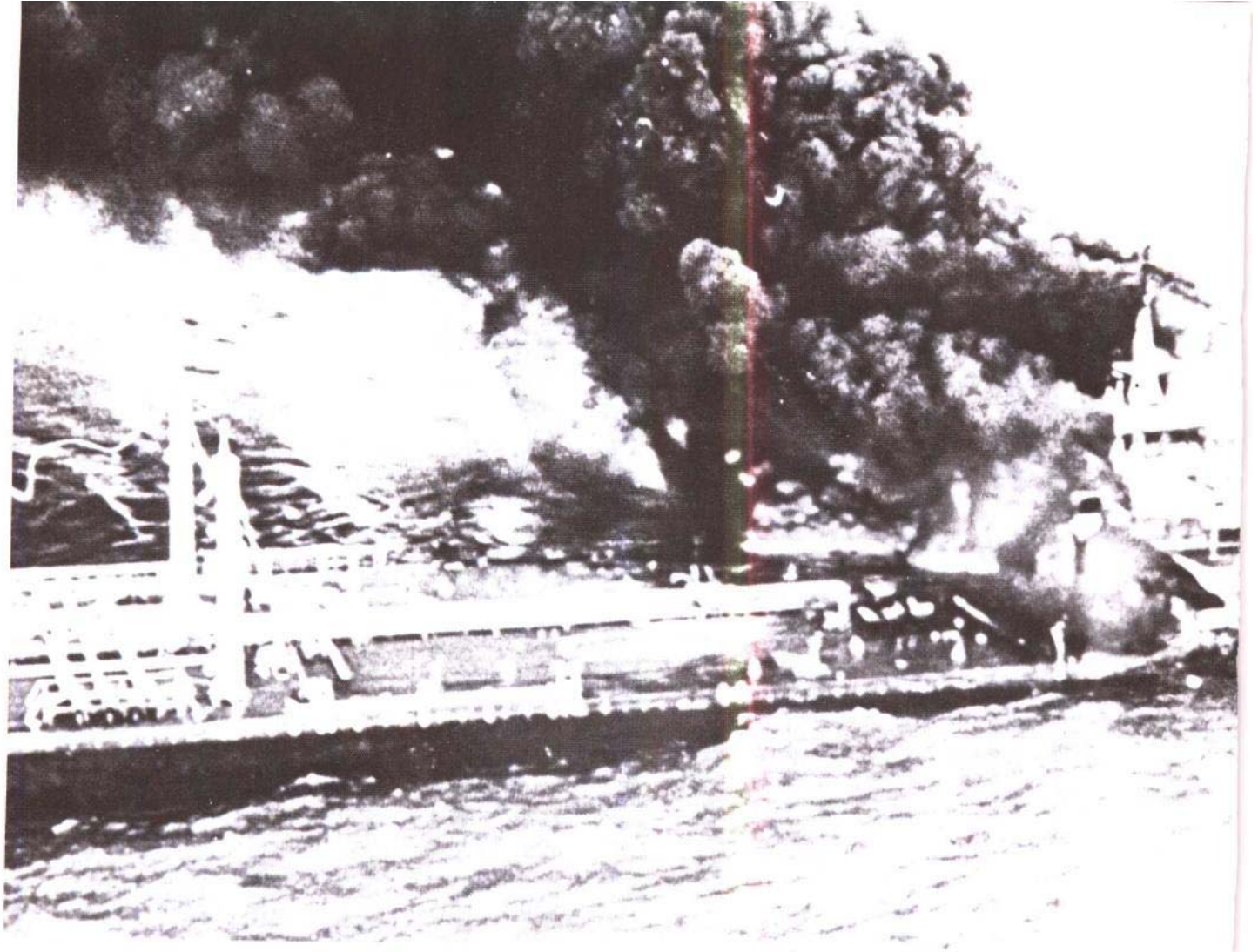


▲能自由自在航行的潛水艇迪普斯達一四〇〇〇號　西元一九六六年首次潛水以來，這艘潛水艇多次被用於海洋學研究　它可以每小時三浬的速度行動，潛至四〇〇〇呎深處，並可容納三位乘員



▶海狸四號　這種薩布馬西布爾用一連串的儀器，在大陸棚採取工業用的石油及天然瓦斯　若利用怪手，可以在二〇〇〇呎深的海底油田，進行採擷工作

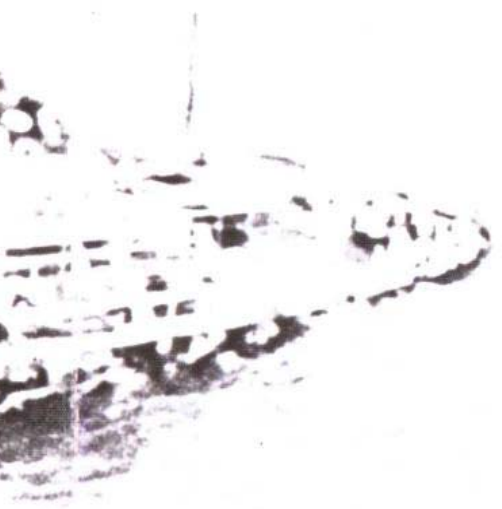


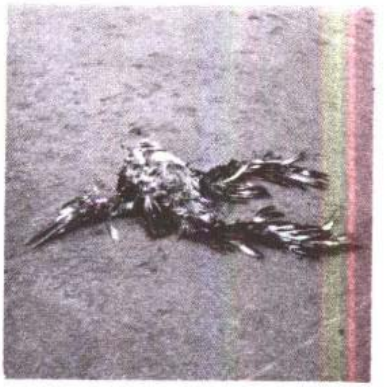


著手最具野心的海洋計劃。翌年，海軍設立了能在數小時內遊行世界各處，救助五〇〇〇呎內的載人薩布馬西布爾救助隊，和深海潛航計劃。在這項計劃裏，雖無法救助像史雷夏號那樣在深海中的船員，但卻能救助在較淺海域的潛水艇人員的生命，說不一定，日後也能發出深海救助的計劃。

在救助作業中，可能需要從海上控制的無人駕駛交通工具，即廸利希雷克斯（乃希臘語中「遠」和「手」兩個字組合之字），在廸利希雷克斯中，最著名的是由美國控制電纜的海中回收機器（CURV）；在西元一九六六年，爲尋找遺落在西班牙海岸外二八五〇呎深的一枚氫彈，扮演了極重要的角色。

最具應用性的近代化廸普斯達二〇〇〇號，它是西屋





▲海洋石油污染所帶來的悽慘結果——羽毛被石油附著，以致無法飛行而死的鯉鳥，被海浪沖至英國南威爾斯海岸。

◀西元一九七〇年十月，在英吉利海峽受撞後，冒出燃燒火焰的賴比瑞亞籍油輪太平洋號。裝在船上的七二〇〇〇噸原油，一部分流出海面，漂流到英格蘭南方海岸。

▼另一種海洋污染——漂浮在英國河口的洗劑泡沫。

電器公司所屬的海中船，長五・八公尺，由鋼鐵、強化玻璃、橡膠組合而成。有自給式維持生命裝置的ＤＳ二〇〇〇，可裝載二個人做四十五個小時的旅行。潛水時，人可以躺在特別調整過的躺椅上駕駛。

在ＤＳ二〇〇〇的內部，裝滿了進步的科學儀器，外部有二組可抬起二十三公斤以內物質的機器手臂，這種機器手臂經操作後，可以將海底標本裝入容器，或爲船員們組合機器。

ＤＳ二〇〇〇的動力和以往潛水艇一樣是利用鉛酸電池。然而鉛酸電池很重，佔用的空間大且出力較小，所以目前正在從事高效能的動力來源實驗。很顯然地，核子動力是被研究的主要對象，而且已經被利用於美國海軍的ＮＲ一號，但是ＮＲ一號的建造卻花費了九九二〇萬美金，這頂鉅大的金額是從事潛水業者所無法擔負得起的。

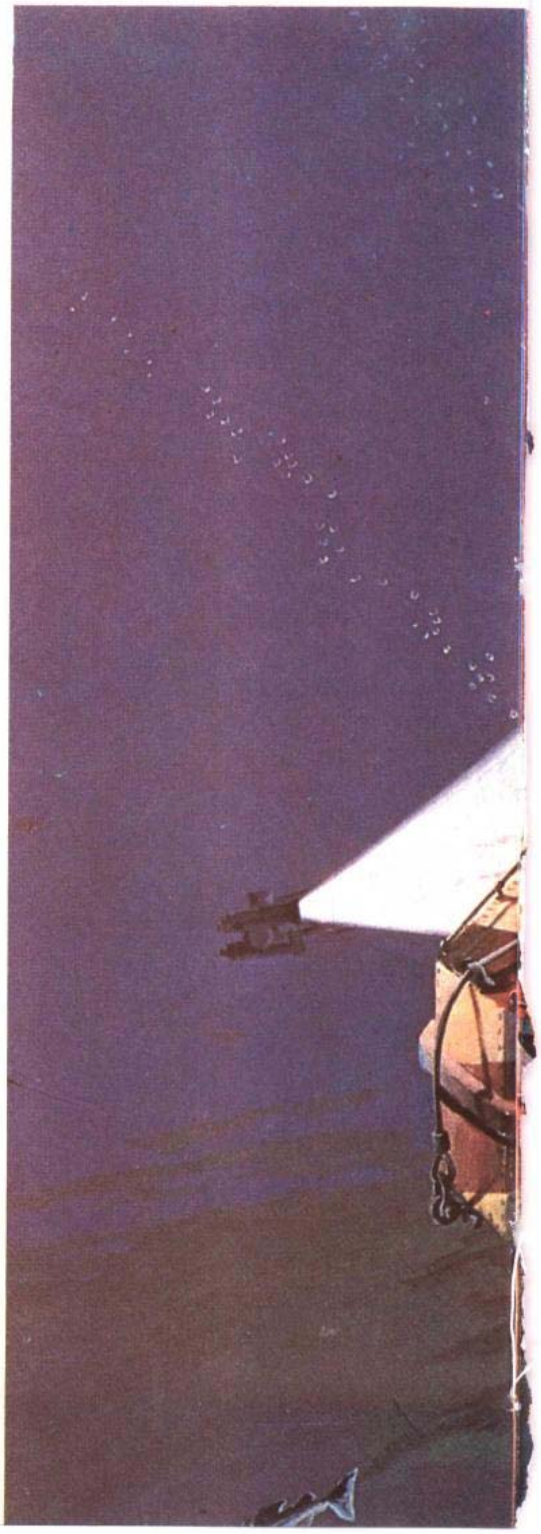
由於在工業方面，需要能做特殊工作的潛水艇，所以新型的海中作業船逐漸被開發出來，在這些工具中，以深海潛水號最爲出色，它是由愛德文・亞伯特・林克設計，貝里・薩布馬林公司承建，可同時裝載參與工作的潛水夫和觀察家，支援者的潛水艇，艇內有兩個隔開的房間，一是潛水夫的加壓房間，一是駕駛艙與觀察家所使用的保持一氣壓房間。

現在潛水夫們尚無法在一〇〇〇呎深度安全工作，因此，需要開發像ＤＳ二〇〇〇的機器手臂來幫助他們，可是，這些裝置無法做複雜或重要的工作，而且在浮游中的普通潛水艇無法加壓力使機器手臂發揮效能。爲了克服這項困難，必須將潛水艇停下來，以求所需的安定性方可。

英國的卡曼如・雷亞德造船機械公司，爲了滿足這個要求，建造了與衆不同的潛水艇，在有人的海底船，裝置四個巨大的車輪，能在海底自由活動，能爬很陡的斜坡，並能跨邁海溝。

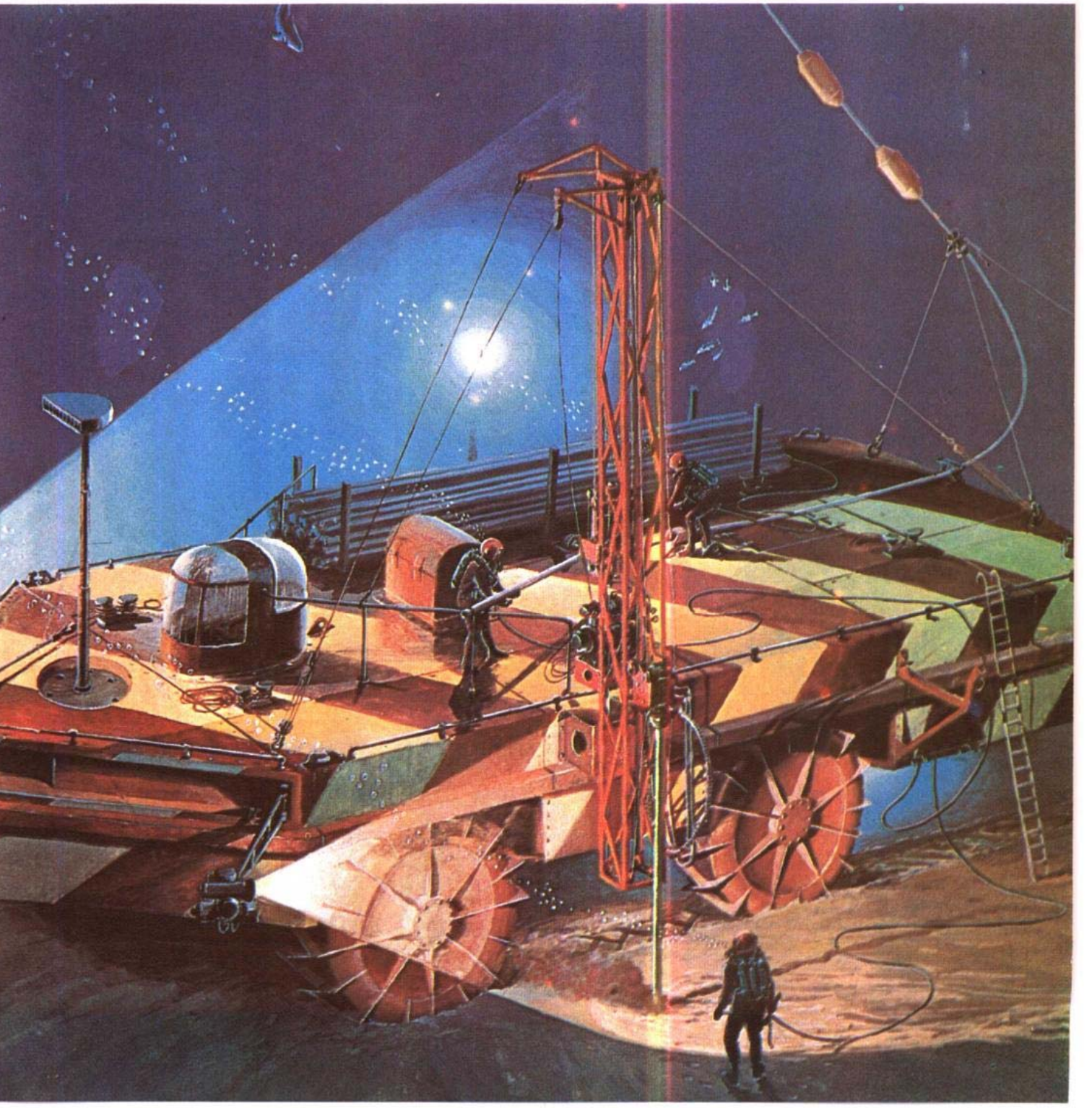
海底船能將重量裝置運送到六〇〇呎深處，並裝置由船內乘員控制的機器怪手，主要利用於探索北海的石油、天然瓦斯及探查海底油井等工作。

◀在北海燃燒天然瓦斯的掘鑿裝置　現在已有七〇〇種以上的掘鑿裝置，應海底探查石油需求而產生　一九八〇年以後，世界石油供給量，有三分之一得來自海底



海底石油和天然瓦斯的生產，已經是一種大型的作業，所以很需要海底住屋的幫助。西元一九八〇年後，世界石油產量的三分之一，將由海底所挖出的供給。如果，僅以海上設備，而想探查更深的海底，挖掘石油，將會有許多的困難。不久的將來，人類可能爲了挖掘石油或檢查海底的輸油管，必須到海底掘鑿帶工作哩！

▼卡曼如·雷亞德海底船的想像圖　利用巨大的水力推動車輪，在深六〇〇呎處活動，前台上所搭載的電視攝影機做觀察工作；這種海底船，在從事海底油井的挖掘作業時，成爲技術性實驗的最理想基地



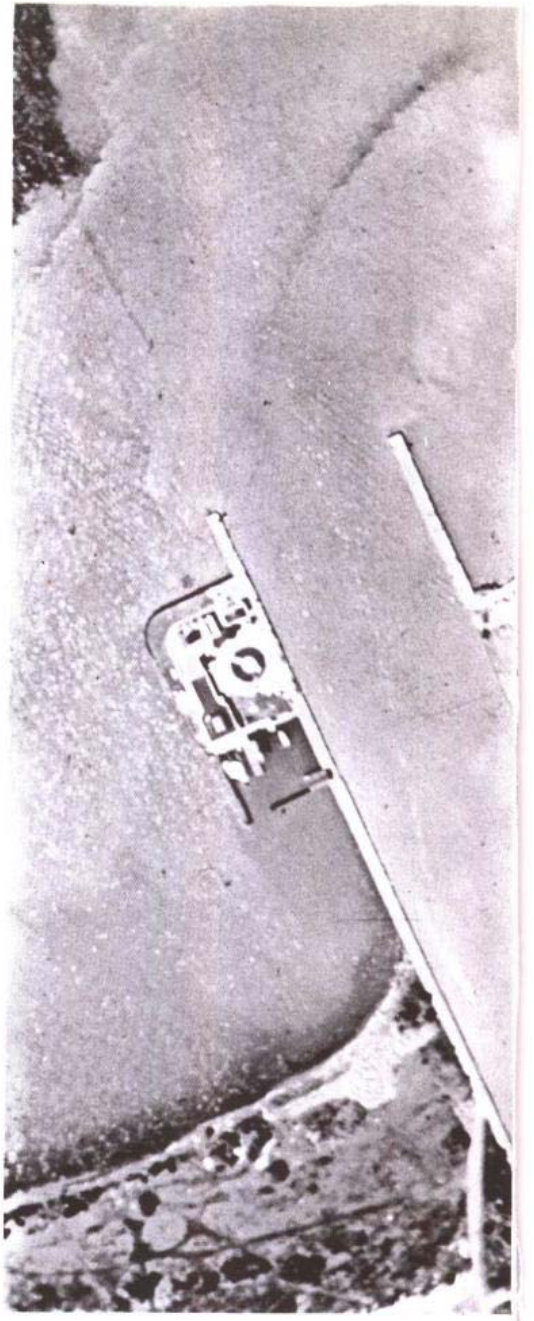
海裏不僅有石油，還有許多珍貴的資源，像在大陸棚發現的鑽石、錫、金、磷、硫磺等。現在，已有商業性的海上採集行業，有時爲了收取這些礦物質，也使用經濟的拖網在較深的海底打撈。將來，很可能爲了開發這些豐富的的產物，而設立海中採礦基地。

科學家們相信除此外，還有蘊藏更豐富礦物的海域，那就是巨大中央海嶺系的中央寬大海谷，他們相信那裏貯藏著豐富的重金屬資源，假如由火山爆發而成的內部有礦物存在，很可能人類會獲得一筆豐富的財產。

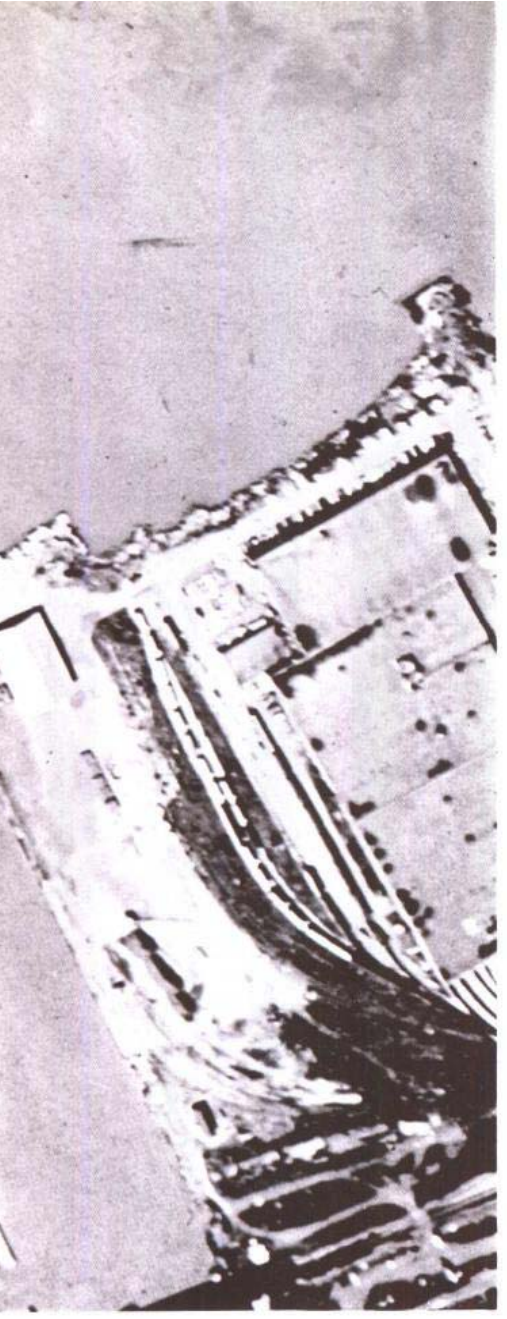
海洋資源比陸地資源還多。隨著世界人口的增加，能隨手取得的陸地資源愈來愈少，爲使人類能繼續生存，必須利用尚未開發的廣大海域。如果能適當且充分地利用海洋資源，那麼海洋將會長期不斷地供給人類的需求。現在，人類徹底地嘗試探索開發蘊藏財富的地方，不過，我們不能忽略海洋污染的問題，否則這一切努力將成泡影。

由於發生一些慘重的污染事件，全球的人們，開始注意嚴重的海洋污染。一艘油輪托雷·卡尼翁號，在歐洲西南的英格蘭外海觸礁，所裝載的一一七〇〇〇噸原油大部分外流到海面，污染了美麗的英國克尼修海岸約一六〇公里，同時越過英吉利海峽到法國的不列塔尼地區。海洋裏數以千計的海鳥、魚、海洋生物被石油，或洗除石油的洗潔劑所殺害。兩年後從加州聖巴巴拉海峽油井漏出約一〇四五六〇〇公升的石油，污染了海岸，使得沿著加州海岸線三十二公里的海洋生物大量死亡！

石油的污染，每年殺害了數以千計的海洋生物，但這只不過是污染問題的一小部分，現代文明的污染物，像洪水般地流向海洋。除了石油外，海洋污染尚有未處理的生活污水、危險性的化學物質、放射性的廢棄物、無用的彈



▲注入美國伊利湖的工廠排水，破壞了水中動植物生活。在無法控制的下水道或含化學物質的廢水排水口，許多自然物都被破壞死亡。現今，極需經過一定的程序，舉行國際行動，救助海中生物。



藥，從戰時留下的有毒瓦斯桶、洗潔劑、殺蟲劑等等，這些污染物比海名還多！

這些長期排流的廢物，成爲棘手的問題。有關地中海的污染問題，根據科學家所說的，已經到達「生物學上自殺行爲」的程度了！在義大利百分之七十海岸被污染中，已有百分之十五完全被破壞，威尼斯被污染的運河，加速了威尼斯的下沈。

在義大利的保護地，常常發現已死或被毒死的魚類、海藻，或聽到有關草木被破壞的報告；而且，海水浴場已發出了禁止遊客游泳的警告。根據有關海洋污染的地中海討論研究會幹事說：「現在問題已不是海洋生物在什麼時候死亡，對義大利而言，那是已經發生的問題！濱臨地中海的國家，遲早都會遭遇這種問題！」

像這樣可怕的警告，不僅發自地中海地帶，而且已經威脅到其他國家。一旦大洋一部分被污染，整個海洋——由海面到海底——都會被污染，圍繞世界的各大海流，可以證明這件事。

從世界各不同海域所捕獲的魚中，已經發現有害物質，連深海魚類也一樣受到影響，在北極的雪堆裏發現了含鉛的汽油。使用紙草製木筏橫越大西洋的民族學家托爾·黑艾爾達說，在大西洋中央他發現一片巨大的油塊。然而，這不過是海洋污染的一個小例罷了！

依據統計學者報導，污染問題正以世界人口三倍的速度蔓延。西元一九七〇年十二月一日，海洋污染會議結束時，來自全球各地的四一五位科學家，主張即刻實地調查海洋污染問題，同時，爲監督全世界的海洋工作，必須組織世界性的監督系統。爲推展西元一九七〇年的國際海洋開發，美國提議以「保護海洋不受污染影響」爲重點；美

◀在美國海軍愛海計劃，戴上新型頭盔的潛水夫；這是由美國卡拜·摩根公司爲水中會話裝置而發明。海洋的深處調查，與推展外太空探測一樣，面臨了許多問題，現在「內太空」的旅行者，是新時代勇敢的潛水夫

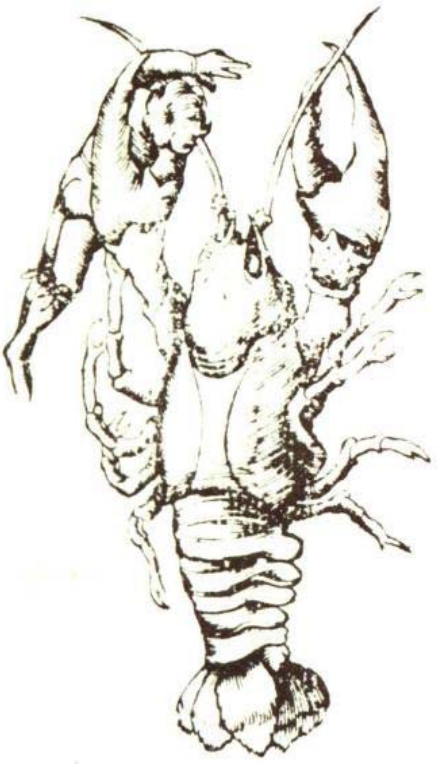
國同意瑞典提議，在西元一九七二年於斯德哥爾摩舉行研究人類與環境之一切問題的會議。

這些國際會議中所強調的，除了組織防禦性的監督系統，更積極地要供給組織、設備或知識、費用，同時徹底認識污染問題的危險程度。

科學家認爲，如果善加運用，海洋會成爲供給食物的重要資源，同時也會成爲幾種廢物——尤其是依自然過程分配而成的物質——的安全處理場，他們又說，海是地球上最後資源的貯藏庫，人類不該破壞海洋生命的循環系統，或加以污染。

由於人類能認識海洋對生存的重要性，世界各國已開始空前的海洋調查計劃。新時代的海洋探險成爲一九七〇年代的特徵，與過去不同的，人類探查海洋秘密，不再只爲收取財富的目的，而是肩負謀求全人類利益的重責。

附　錄



▲這是令人懼怕的大蝦，牠的力量極大，可用前脚抓夾在水中游泳的人　此乃西元一五〇〇年德國地理學家希巴史汀·孟斯達在所著「宇宙誌」中，依其自己想像，所描繪出的北海怪物

打從人類首次潛入海面下數呎以來，就對征服深海有著堅定的信心。現今，人類如願以償的藉著潛水艇達成到海洋最深處的夢想，潛水夫能在海洋上層自由活動，人類亦可在海面下生活、工作；然而到目前爲止，人類所能瞭解的海底秘密，還只是一小部分而已。

拓荒者開拓了人類前往深海的道路，留下刺激、冒險與說不盡的興奮，成爲後人歌頌的一段奮鬥史！

現今人類已走上海中探險的新時代，目的是把過去的航海者、科學家所創下的光輝成就加以發揚光大，雖然海底充滿了危險，但人類爲了更加了解海洋，及好奇心的驅使，不辭辛勞、不懼困難地加以探查、研究。

這本書是記述從幾世紀以前至今的探究道路。附錄中，記述潛水夫們的直接敍述，與其同時代的偉大貢獻，並以生動的用辭，清楚地說明人類與海洋逐漸發生的關係。從最初以緊張的心情進入海中，到現在經歷了許許多多危險和奮鬥的五個年輕潛水夫，已能在比較寧靜的海底生活，這是有關人類與深海秘密的一段奮鬥史。

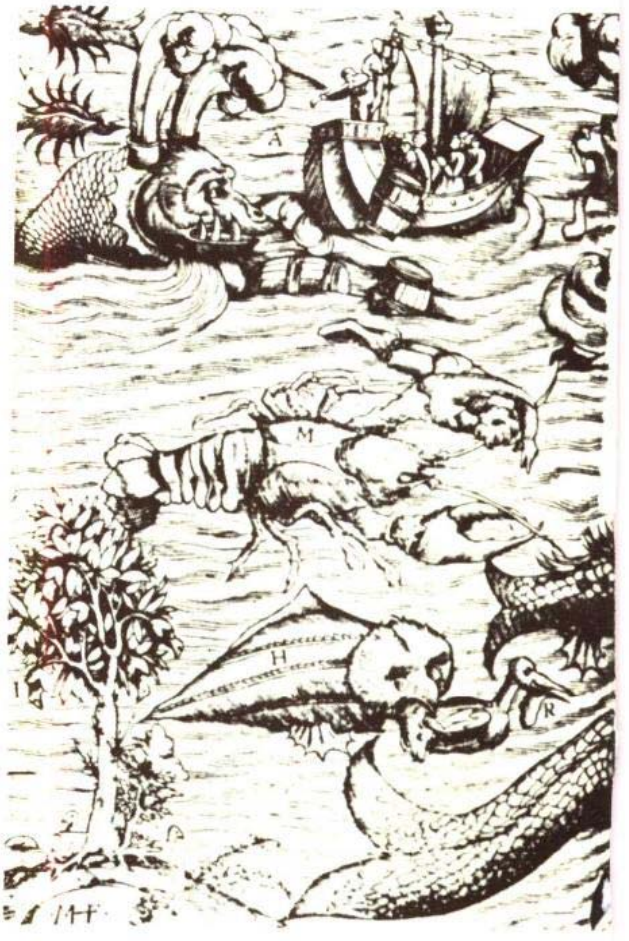
本書爲了詳細介紹探險者，附錄裏依其順序，編排他們個人的傳記。並將征服深海的概要，作成一個表格，此書中所使用的專門用語或語句，書後都加以詳解。

採擷海綿的潛水夫所遭遇的種種危險

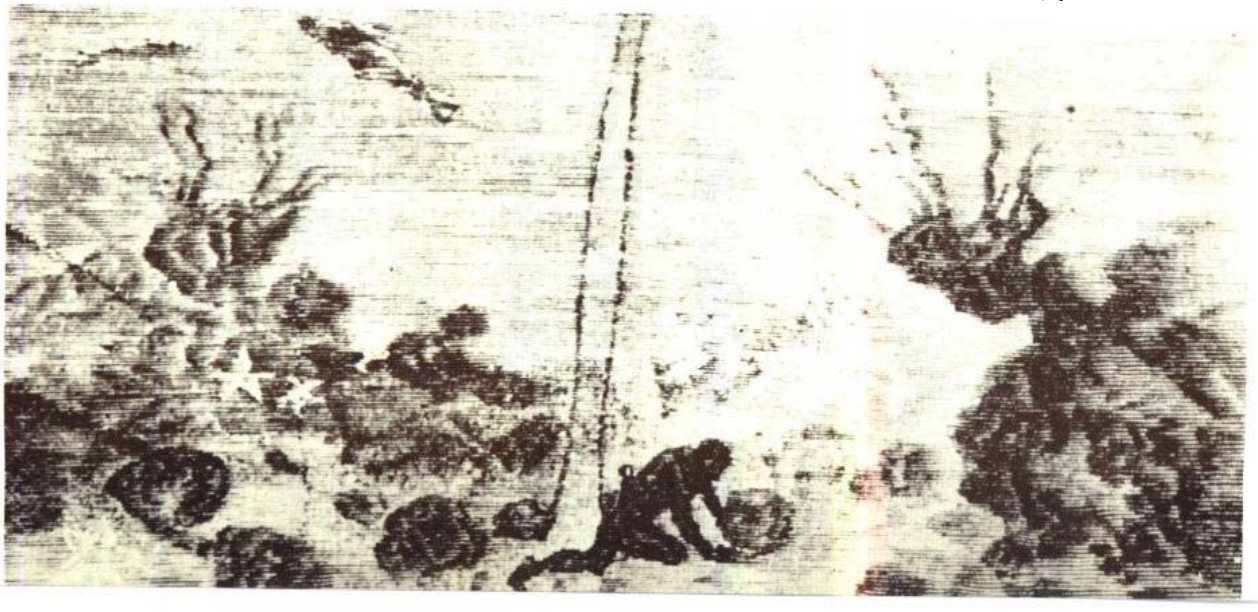
古代採海綿的潛水夫，常因忽視深海的壓力，因而犧牲了寶貴的生命，又因海底怪物的出現，增加了他們對海洋的畏懼，本節將介紹有關潛水夫所面臨的殘酷事實的希臘敍事詩。

當潛水夫們將海綿拉離岩石後，即刻用力拉動救生網繩，聯絡海上的人們趕快把他拉上水面。當海綿被拉離岩石時，會分泌一種液體，此種液體很快地擴散到潛水夫的四周，由於它不適合人類的嗅覺，有時，會奪取潛水夫的生命……。

往往潛水夫的努力無法得到好結果，如果運氣不佳，到深海中後就無法生還。他們常常遭遇深海怪物，而失去生命，當發生事故時，他們爲了活命，使拼命地抓拿救生網繩，但怪物卻用力抓住他們，就這樣，潛水夫被海怪吃掉！而他們的伙伴便懷著沈重的心情放棄工作。



▼這是描繪非洲採海綿的潛水夫的版畫。他們如同古代希臘的潛水夫，在海底採海綿時，並沒有穿戴補給氧氣的裝備，而僅依靠自己肺中的氧氣潛水工作。如果拉動救生網繩打信號給海面上同伴，他們會很快地將他拉上海面



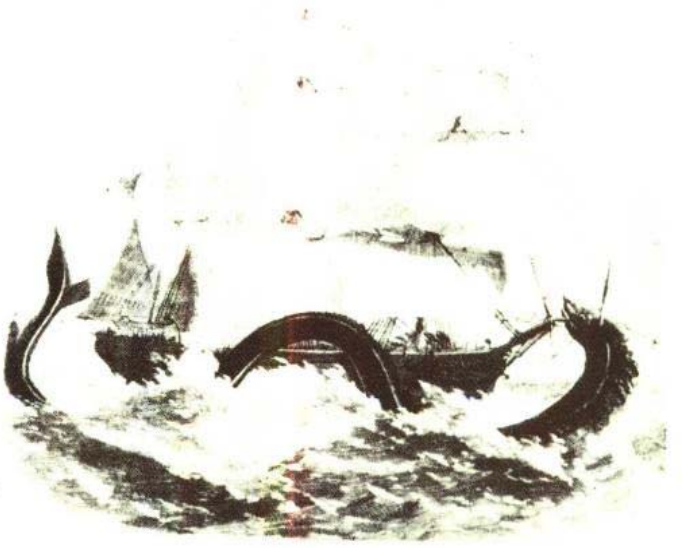
深海的怪物

▲希巴史汀・孟斯達在「宇宙誌」所描繪的「北海的恐怖怪物」。他在這種不會吞食溺水船員的怪物頭上註明「富有慈悲心腸的魚類」。

以下是幾百年以前，就使航海者恐懼的巨大海底怪物之種種故事。西元一五四四年德國地理學家希巴史汀・孟斯達依其想像，繪製等候大西洋航海者的海底怪物版畫，對於這種海獸，他做了下面的說明。

在愛爾蘭外海看到這些有如鯨魚大的生物——海牛，以及其他像山一樣大的生物。最初，人類用喇叭聲驚嚇怪物，或者將圓形的空船，丟入海面，引開牠們的注意力，而避免船隻被打翻的危險。有時，船長過於大意，把大海獸誤認爲突出海面的小島，而在海獸旁邊拋錨停船，因此，船常有被拖入海底的威脅。愛爾蘭的住民，稱海獸爲「托魯古雅魯」，這是「恐怖的大鯨魚」的意思。現在，愛爾蘭的住民卻用海獸的骨頭建造自居的房子……。

然而，北海至今仍有許多種類的海怪，這可能是神安排他們棲息在這寒冷的北海吧！如果將種種海怪加以調查，那些可怕的形態將可裝訂成一本書。



▶西元一八六〇年四月二十五日，被海怪襲擊的帆船「不列顛國旗號」　怪物的黑色背上，有著很亂的毛，前頭有隻很大的角，牠的眼睛既大又會發光，全長有九十公尺。

克麗歐佩脫拉的惡作劇

古代潛水並不是完全充滿困難、恐怖的，就如希臘傳奇作家普利普魯特魯斯所寫的故事一樣，也有戲劇性的一面。普利普魯特魯斯敘述埃及女王克麗歐佩脫拉到亞歷山大港釣魚時，如何利用潛水夫，捉弄她的情人——羅馬將軍安東尼：

▲描繪在亞歷山大港釣魚的埃及女王克麗歐佩脫拉與安東尼的版畫。安東尼令潛水夫在自己的魚鉤上掛魚，可是女王並沒有上當，並同樣地以高明的手法，捉弄安東尼！

安東尼與女王一起去釣魚，可是又怕在情人面前釣不到魚，便悄悄地命令漁夫潛入海中，將已捕到的魚掛在魚鉤上，由於他快速地拉上好幾條魚，聰明的女王很快地發現這個秘密，然而她仍裝作很佩服他，回宮後，大肆宣傳安東尼的釣魚技術是如何地高妙，並招待許多人，第二天一起來觀賞安東尼釣魚。

等到參觀者坐上魚船，安東尼放下魚線的那一剎那，女王的僕役比安東尼的潛水夫搶先一步，將出產於黑海的鹽漬魚掛上魚鉤，安東尼知道自己的魚線有魚在吃餌，便把魚竿拉上，可想像得到，它引起了一陣哄笑，克麗歐佩脫拉揶揄安東尼道：

「將軍！您的魚竿令貧困的我們困惑不已！您的獵物是從那個城市、那個州、那個王國來的？」

▶排列整齊從海中跳躍起的兩隻海豚　這種優雅的海洋哺乳動物，常在船旁游泳，以取悅視牠們爲幸運象徵的船員們

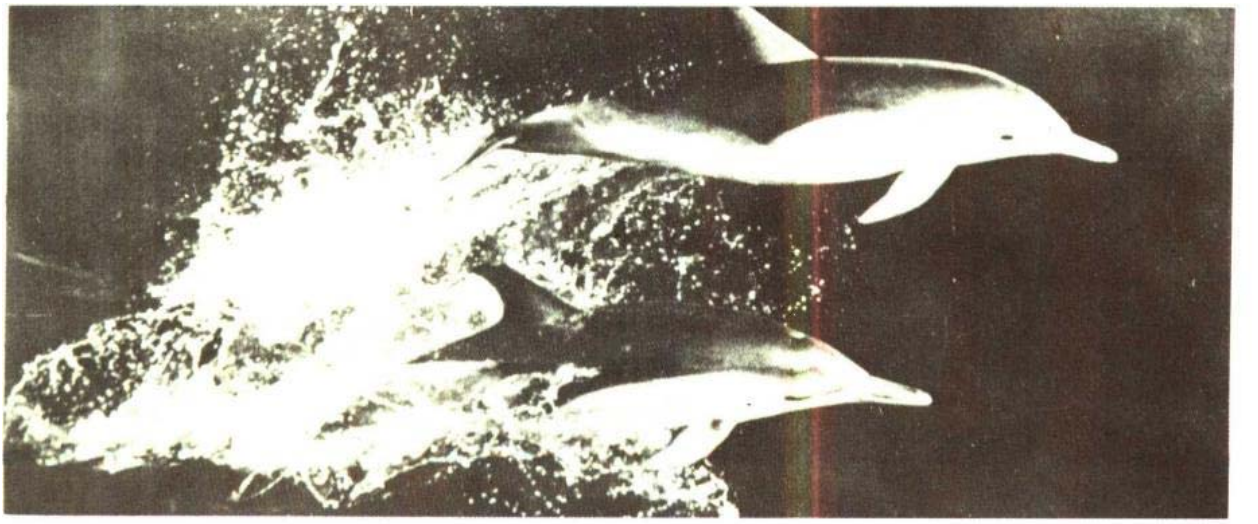
少年與海豚

▲描畫歌手坐在海豚背上的版畫
從古老的傳說裏，有關海洋的故事
，常出現在人與海豚之間

海豚是人類所喜愛的海裏動物之一，據古代傳說，常有描寫海豚對人類的愛心，這是羅馬作家皮密尼所描寫的海豚與小孩的友誼。

在阿福斯托史・凱撒大帝時代，有一位貧窮的少年，他家附近的海裏有一隻海豚，少年在中午時分總站在海邊呼叫這隻海豚的名字「希摩」，並且常常餵牠麵包屑……。隨著歲月的流逝，不管任何時候，少年只要在海邊叫「希摩」，海豚馬上出現，並且很快地游到他的身邊，竭誠地鼓起背部，讓少年坐在牠的背上，少年坐上之後，海豚馬上越過廣大的海面，將少年帶到學校，放學後，海豚同樣地又將他送回家，如此，經過了好幾年……。

可是，有一天少年不幸因病而死，但海豚仍然常常到他們相處的地方等候少年，爲少年遲遲不來，而發出哀傷的聲音，後來，海豚悲傷且寂寞地死去，屍體被海浪沖到海岸。



海裏的方舟

▲英國主教約翰·威廉史汀斯肖像·由於對海洋的狂熱，在西元一六四八年提出人類能適應海中生活的看法

西元一六四八年，喜愛海洋的英國主教約翰·威廉史汀斯，很早就預言，將有海中人的時代，並在自創的書內引用下文，威廉史汀斯指出「海中航海用方舟」的有利條件：

第一、不會被人發現。這種方舟在無人發現當中，到世界各個海域旅遊。

第二、非常安全。可以不必擔心不穩的潮流，激烈的暴風雨、海盜的侵襲……同時也不必擔心在極地航行時，所遇到的險境。

第三、與敵人海軍作戰極爲有利。利用這種方舟，可以將敵人海中的船隻由船底破壞，使之爆廢。

第四、能夠運送補給物質給四周被水包圍的地方，特別對救援工作有大幫助。

第五、如上敍述，方舟對潛水探險、發現，給予了無法形容的恩惠。

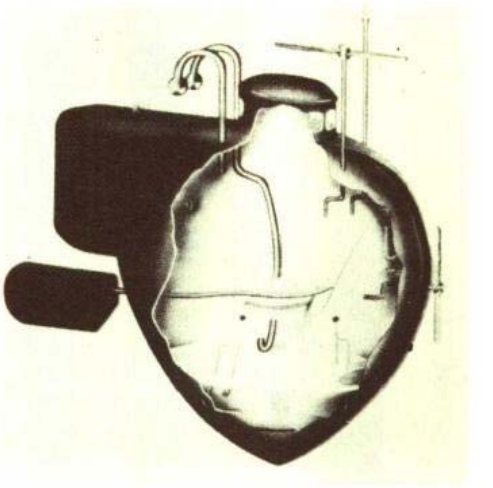
在海水循環途中，爲著尋求其他場所出口所造成深洞穴或地下通路，研究魚的種類或性質，及許多捕魚技術——用燈光誘魚、在船的舷側置拖網，較大的獵物用槍射死……我們不僅可將捕獲的魚當作糧食，並可將魚的脂肪作爲燃料。

然而，發現海底財寶所該考慮的，不僅是船的遇難問題，浸了水的物品，或像在水中長育的珍珠、珊瑚等無數有價值的東西。隨著海裏工具的發達，一切技術的進步，更便於海裏觀察，應該將觀察的結果印成書刊發行。

許許多多的方舟集團，在海裏生活，生兒育女，長期居留而不知陸地的世界，當他們發現上方的世界時，將會驚嘆不已。

首次的潛水艦攻擊

首次利用潛水攻擊敵人艦艇的是由大衛・布修尼爾所創的手搖式達托魯號。西元一七七六年八月美國獨立戰爭中期，達托魯號攻擊在紐約港的老鷹號，不幸失敗。以下是布修尼爾給當時駐巴黎美國大使達馬斯・傑克遜的當天攻擊詳情報告。



▲大衛・布修尼爾之軍事用建造潛水艇達托魯號的想像圖。

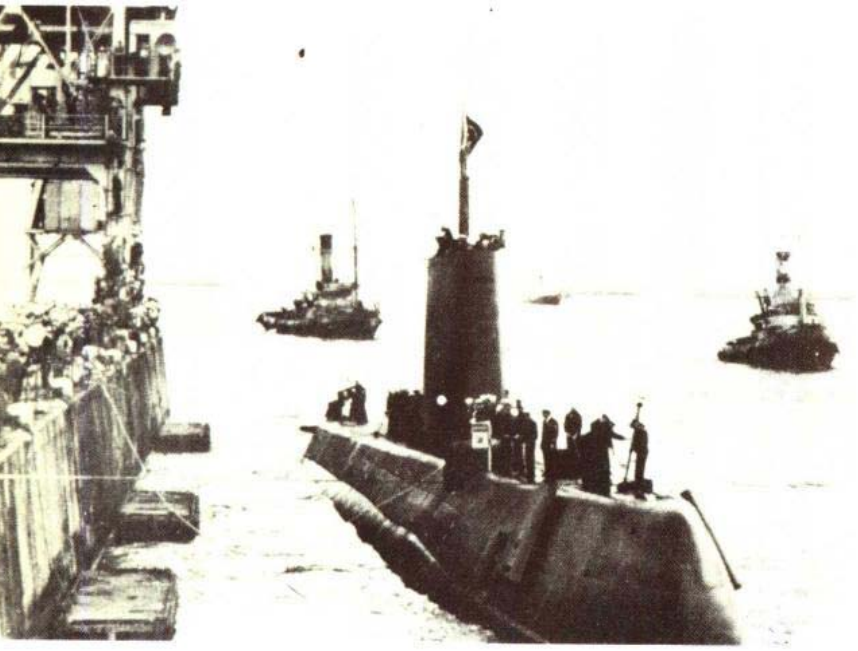
我派一個人（艾索拉・李中士），從紐約到靠近總督之島附近的砲艦去（這砲艦裝有五十門火砲），他到達艦艇下方，想盡力將木製木螺釘（已裝上八・五公斤的火藥）固定於船底，可是好像碰到了鐵棒。由於他的駕駛不夠熟練，因而使得潛水艇失去了船的行蹤。

坐船回紐約的途中，他經過了總督之島附近，以爲已被島上的敵人發現，爲避免危險，他將火藥箱丟入海中，一個小時之後，海裏便發生一場大爆炸。

▼美國獨立戰爭中期，西元一七七六年四月英國艦隊從波士頓灣開航，八月，達托魯號於紐約港攻擊英艦，不幸失敗。

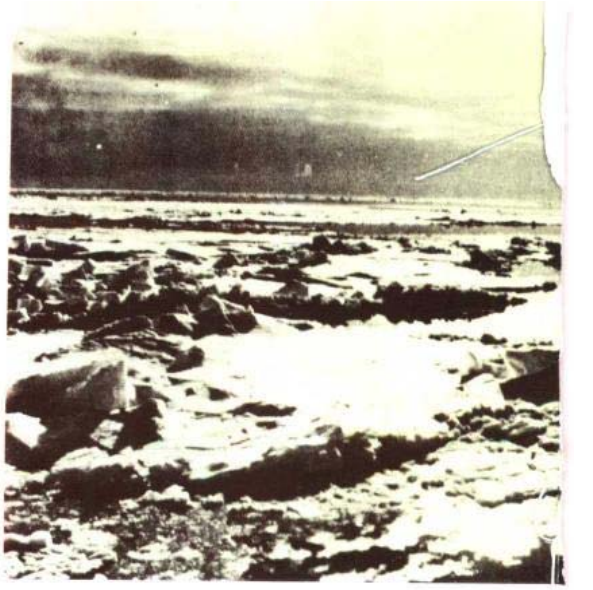
在北極下方的航行

西元一九五八年八月三日，美國海軍核子潛水艇鸚鵡螺號在北極點下方航行，創下了歷史性的壯舉。鸚鵡螺號在北極冰塊間縫崎嶇航行，開拓了太平洋與大西洋的西北航線。海軍上尉威廉·G·雷羅亞二世將當時的情形，在航海最後階段，做如下記錄：



七月三十日……凌晨一點（位楚克奇克海）我們在旅程中第一次看到冰，那只不過是一塊約九十公尺的浮冰，我們很容易地閃過。當船通過時，那塊浮冰像反射出富麗堂皇的七色彩虹一樣……

船緩緩地向南航行，我們一直做著呆板厭膩的工作，而且要繼續二十四個鐘頭。冰只擋住西邊，因此我們轉動方向盤，朝北方前進，期盼著那些群冰限界能靠近深水海域，我們希望在潛水以前，至少能接近水深九〇公尺的無冰地帶……。



▲羣冰　羣冰位在隆起地形處，厚約二〇公尺。

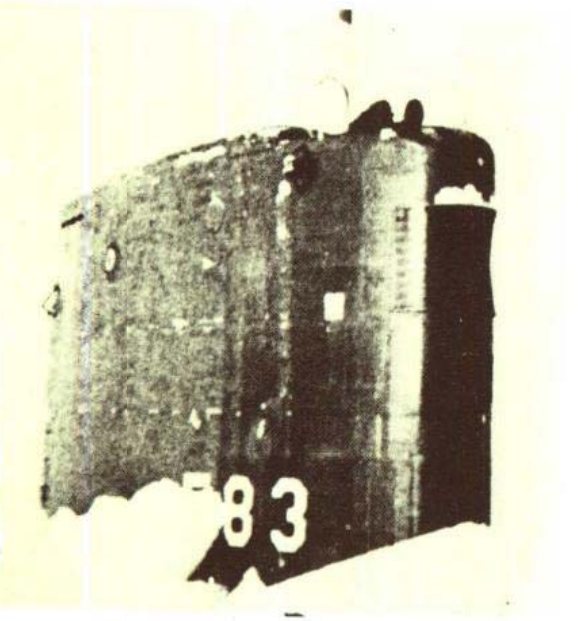
▶西元一九六〇年三月八日，在北極突破羣冰之美國核子潛水艇沙戈號的瞭望塔。此船在北極冰下航行了四三九〇公里，是美國到北極的第三艘潛水艇。

◀西元一九五五年一月，由冰島外海出發，從事海上航行試驗的美國海軍鸚鵡螺號。

▼西元一九五八年八月十二日，進英格蘭波多蘭哥港的鸚鵡螺號。她剛完成越過北極點的歷史性航海。

八月一日上午四點三十七分，我們向水平線的那端航行，一直單調的指示在一六〇呎到一八〇呎之間的深度計，突然標示船在四二〇呎深處，主任探查員約翰・J・克雷羅克立刻使用船內通訊設備呼喚，聲音充滿了喜悅。我們現在在……深冗的巴勒海底峽谷突出部分。如此，我們將會被帶到北方之北極海更深處。

當鸚鵡螺號滑下海面的一剎那，潛水警鐘響了兩次，船很順利地從二〇〇呎下降至三〇〇呎處，此後，我們不再以「呎」作爲測量單位，而以「噚」爲測量單位……。



八月二日，在北緯七六・二二度時，深度計從約二〇〇〇噚突然變爲五〇〇噚，我們正在橫越尚未記在海圖的海底未知山脈哩！就這樣連續航行了一一二公里。

位於北緯八十度，與北極相距九六五・六公里，與大西洋冰層末端距一九三一公里處……我們在輕薄的冰層外航行很久……。我們現在不能到達極點附近，而這個地點是被群冰包圍敷蓋，地理學上稱之北極中心點，被認爲是最難接近的地方。

八月三日上午十時，在北緯八十七度。無論對歷史或這艘潛水艇航行紀錄而言，這是最北的地方……由於在船員餐廳準備舉行會議，晚餐時間較爲遲延，伙夫長傑克・艾魯・巴德爲他所做的「北極蛋糕」作最後的裝飾。我和艦長在士官室寫信給總統和爲這艘潛艇命名的艾森豪夫人，署名之後，法蘭克・亞當姆士進來說：「艦長！還差三・二公里。」

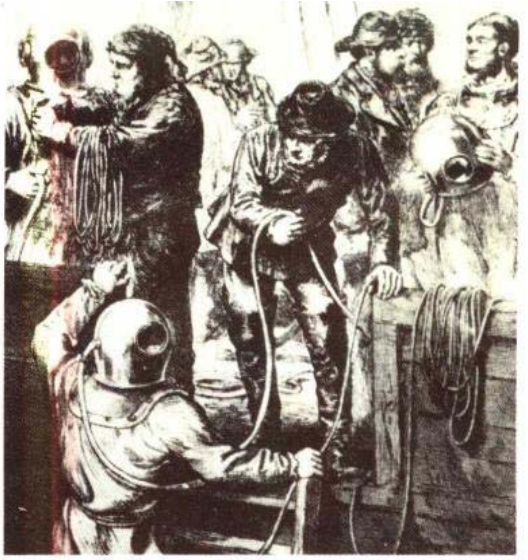
艦長透過室內裝置，說出令人感動的一段話：

「如果我們幸運的話，鸚鵡螺號馬上會完全達到航海者所追求的目標，一是開拓連接大西洋、太平洋的捷徑，一是能夠乘船到達北極點。」

我們的潛水艇將要尋找唯一眞正且實用的西北航線……獲得最高的航線紀錄，在今天西元一九五八年八月三日星期日，我們應該感謝給予我們機會、帶我們到這裏的上帝……

當鸚鵡螺號接近北極點之前，我們有一小段靜禱的時間，艦長倒數秒數，「八……六……四……二、一，目標！」這是西元一九五八年八月三日，時刻是美國海軍東部夏季標準時二十三時十五分（下午十一時十五分），地點是北極點。「我們的夢想實現啦！此時我們已經到達目的了。」

波浪下的聾子與啞巴



▲西元一八九一年所拍攝的相片，乃當時在三十呎深度工作，穿戴潛水服的潛水夫

鋼盔潛水服的發展，使得潛水活動有了更大的成果，可是穿戴這些裝備的潛水夫大都無法自由活動，同時必須依靠馬達送來氧氣才能呼吸。英國蘇格蘭小說家勞伯特·路易斯·史蒂芬生在一八六〇年嘗試穿戴鋼盔潛水服，以下是他親身體驗的經歷。

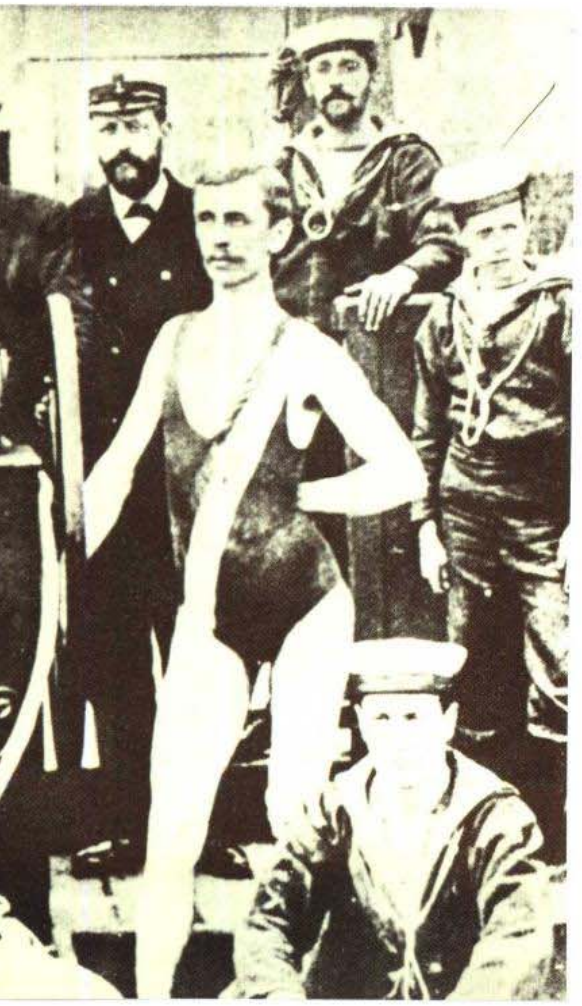
我穿了好幾件毛質內衣，因此身軀變得肥肥胖胖，兩隻脚踝掛上九公斤重的鉛錘，好不容易才走到潛水用台上，天氣是陰鬱的，而且吹著強烈的東風，波浪打得很高，一瞬間，含帶鹽分的風在我頭部周圍咻咻作響，頭盔的重量和風速的雙重壓力，令我萬分難受，眞想即刻就放棄心中的計劃，可是，太遲了！

我的同伴們開始旋轉，空氣咻咻地通過管子，不知是誰將正面的窗用螺絲固定起來，很快地，我和同伴被玻璃隔開……雖然我是坐在他們的中間，然而很悲哀地，我只能用眼睛看他們，而像一個既聾又啞的生物……。爲了抓住短暫的孤獨時間，我笨重地下階梯，而打訊號的繩子綁住我無力的手臂，胸部背著鉛錘……。

從潛水台下降了二十格左右，光線漸漸消失了！抬頭一看，只能見到消失的白泡沫變成斑點式的綠色天花板，環顧四周，除了那令人舒暢的綠板外，什麼也看不見。在第三十格的地方，一位同伴抓住我的手臂做鼓舞形態（我如此解釋），我看看生物觀察窗，看到潛水技術師的臉部，我們互相拉拉手，在互看時，必須眼對眼，否則，對方如果有呼叫，是無法獲悉的……。

如果沒有這些繁重的阻礙物，人一定能敏捷活動，這是我潛水所得到的主要教訓，我將慢慢加以解釋。當

▶穿戴西元一八七〇年完全裝備的潛水夫　那種感覺就像穿著甲冑一樣，潛水夫到了海面下的沈默世界，以頭盔的咻咻聲、吞口水的咕嚕聲，劃破了海底的沈默與寧靜



我拉著身旁的同伴前進時，坡普（貝恩）用手勢表示，要我越過岩石，我懷疑他是否認眞，但他繼續以嚴肅的態度揮動手勢。

這個障壁高過一．八公尺，想躍過應是不困難，但是在衣服、沈重的脚錘和鋼盔的重負下，事情可不那麼簡單。我在自己的裝備裏大聲笑著，爲證明給坡普看，我用脚尖蹬了一下，身子竟如小鳥般躍上，我的同伴亦然，哦！我們與岩石同高，不！更高……，甚至於當坡普有力的手臂按在我肩上時，我的雙脚仍不斷地上升，我像秋末的樹葉一樣，輕輕地被拉動，又像那醉酒的麻雀一樣飄飄然……。

回復到如時常兩脚僵硬，且被大人用手抓住以決定方向的「幼年期」，實在太難受了！在台上負責轉動水車的人很忙碌地供給我空氣，由於歐氏管（空氣通過此管，從喉嚨進入中耳），因此，喉嚨非常乾渴，必須不斷吞食口水 ……我雖感覺周圍景物很美，而且有種令人羨慕的喜悅感，但卻抓不到自由且靈活游來游去的魚兒。直到貝恩將我帶到樓梯口，用手勢示意要我上去時，我才鬆了一口氣。

◀ 西元一八七三年，正準備潛水工作的潛水夫們　當時只有體格强壯、意志堅强者才能從事這種工作或娛樂

鯊魚的襲擊

自由自在的潛水夫們，學會了許多海中危險生物的行動，但是依據庫狄·賈奎斯·伊魏斯所言：「我們無法了解鯊魚在想什麼！」在一次令人印象深刻，且充滿危機的與鯊魚相遇機會，證明了庫狄這句話。

在海面下十五呎處，我看見以往沒有人見過的二·四公尺長的鯊魚，那是令人印象深刻的修長、且有亮灰色光澤的鯊魚，在牠背的上方，有二十五公分長，黑白相間的鯖魚伴游。我們很大膽地游向鯊魚，以爲牠會像其它鯊魚一樣跑掉，當我們游到與鯊魚相距三公尺處，發現在牠周圍四處，都有小小條紋式的鯖魚。

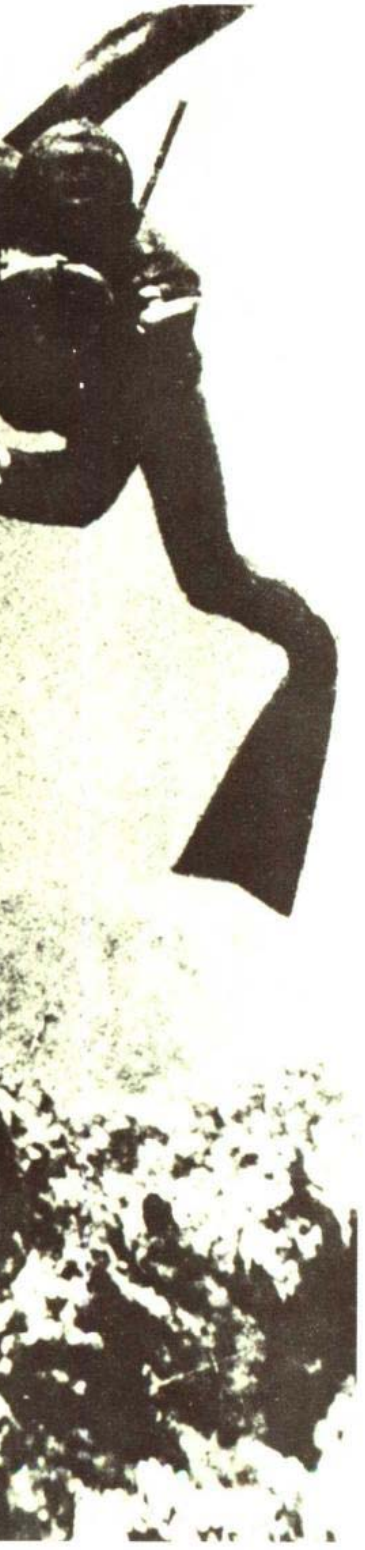
那隻美麗的灰色鯊魚並不靈敏，我很高興有機會將牠清楚地拍攝下來，但隨著初期好奇心的消失，危機感愈來愈強烈，鯊魚和牠的隨伴在我們四周圍繞……。鯊魚沒有表示敵意的行動，也沒有逃開，但牠細小的眼睛卻一直冷冷地凝視我們……。

鯊魚緩緩地將我們帶到六十呎處，這時，廸馬用指頭指著下方，有兩隻鯊魚從深淵視野限界上升，那兩隻顯得較爲兇猛，長約四·五公尺，是細長如鋼鐵的藍色鯊魚。

我們所熟悉的朋友——灰色鯊魚，慢慢地旋轉，把距離慢慢縮小……我們一面注視灰色的鯊魚，在那圈子裏旋轉，同時注意藍色鯊魚的位置，而灰鯊的位置不停地向下旋轉……。

廸馬和我努力地想辦法，如何才能趕走鯊魚。護衛我們的人曾說：「向魚表示兇悍的態度。」我們用力揮手趕牠，但灰色鯊魚一點兒也不害怕。戴鋼盔的潛水夫曾說：「用大量的泡沫驚嚇他們。」因此，廸馬等鯊魚更靠近時，放出大量的排氣泡沫，可是鯊魚一點兒反應也沒有，罕斯·哈士說：「盡量大叫！」可是鯊魚卻像聾子不爲所動！一位空軍軍官說：「假定鯊魚要吃你，綁在脚和腰部的酢酸銅藥品，可以驅走牠們。」可是我們的朋友，毫

◀龍・朗加里在澳洲外海史恩環礁，使用魚叉刺殺三・七公尺的虎鯊魚　潛水夫在一二〇呎處看見受傷的動物流出鮮綠色血液，這是因爲太陽的紅色光線只能射到海面幾呎深處之故



無困難地從染了銅色的水中游過來，牠那冷漠的眼睛好像在預計我們，似乎牠已充分知道，牠需要什麼，該怎麼做，一點兒也不慌忙。

令人驚怕的事發生了！在鯊魚鼻尖上的小鯖魚緩緩地離開自己的位置，飄飄地游向廸馬的方向，這段距離對小小的鯖魚而言，是太過遠長的旅程，對我們來說，已有足夠的時間想到牠的目的。

我下意識地感覺到廸馬逐漸靠近我，同時發現他的手握在掛於腰部的刀子，在攝影機與刀子的對面，鯊魚稍微退後，由正面滑向我們。

我們並不想用刀子刺殺鯊魚，然而我們只帶刀子和攝影機，決定性的瞬間迫我們如此做。我並沒有意識到拍攝愈來愈逼近的野獸，但卻自然而然地按下按扣，攝影機開始轉動了！鯊魚平扁的鼻尖逐漸擴大，取鏡框內只有牠的頭。突然我感到非常憤怒，我以全力推出攝影機，擊打鯊魚的鼻尖，我感覺身旁有重物迅速掠過的餘波……鯊魚在離我們四公尺處，像以前一樣，沒有表情、沒有受傷地緩慢繞圈……。

兩隻藍色鯊魚游上來，加入我們這場生命遊戲，廸馬和我想浮上海面，便向上游，將面罩突出水面；艾利・摩尼艾號（庫狄的海上船隻）被風吹到二七〇公尺遠的地方，我們揮動雙手打信號，可是收不到任何答覆。

我們想到：把頭部突出水面，浮在海面，是自古以來，人類被鯊魚吃掉的最好方法，因爲頭浮在水面，雙脚一定會被鯊魚像吃香蕉一樣吃掉。我看著下方，那三頭鯊魚已逐漸朝我們攻擊了！

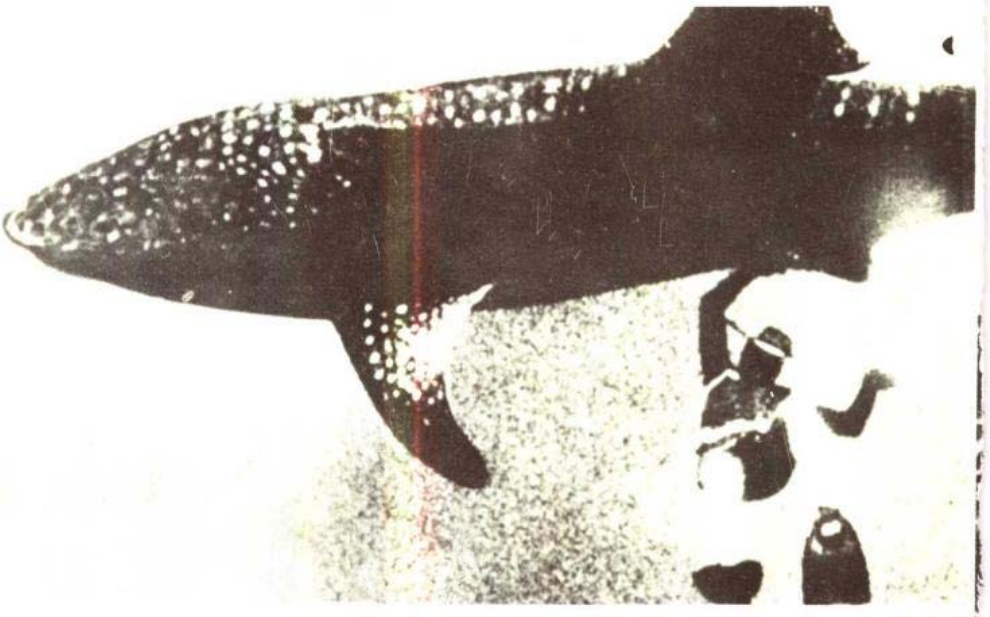
我們再度潛水和鯊頭面對面，鯊魚又採取繞圓圈的戰術繞行，我們在一噚、二噚的深處，牠們不敢潛進……後來我們決定輪流到海面上呼救，在那期間，在水中的人，雙脚縮到胸部，監視鯊魚的行動。藍色的鯊魚趁著廸馬到海面呼救時，游向他的脚跟，我大聲喊叫，廸馬轉個方向，毅然面對鯊魚，「野獸」停步了，回到牠同伴的圈圈內；我們看不見船上的人們在尋找我們的徵象。

我們已感體力耗損、身軀寒冷，哦！我們已在水中潛水半個小時以上了！口罩已有壓縮感，這是空氣供給量已不多的徵兆，只剩五分鐘緊

急用空氣，如果再繼續下去，我們必須除去口罩，只用面罩潛水，這樣體力將會耗費二倍之多，然後還要和不需呼吸、不知疲勞的鯊魚搏鬥。

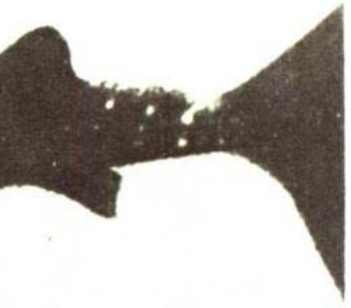
突然地，鯊魚的行動開始混亂，幌動有推動力的鰭，在我們周圍繞來繞去，轉個方向，向下潛游直至消失……，我和廸馬互視著，眞不敢相信這事實；一片影子突然周蓋我們，抬頭一看，竟是艾利·摩尼艾號汽艇的船底，原來，我們的同伴看見我們在打信號，便航向有泡沫的地方，鯊魚看見這艘汽艇而逃跑！

▼與鯨鯊捉迷藏的喬治·梅耶，雖然沒有被咬的危險，可是也須避免被鯊魚强而有力的尾巴掃到。



▶潛水夫打算用火藥殺死姥鮫，通常姥鮫是不會攻擊人，但是如果行動被阻礙，也會攻襲人！

綠色血液的世界



海裏一二〇呎深的薄明帶，只有人工光線，而看不見令人眩惑的光色。對潛水者而言，這個世界只有藍色與綠色，愈深顏色變化愈大，太陽的光線被海水選擇、破壞，由於這些變化驚人所產生的效果，庫狄·賈奎斯·伊魏斯曾有如下生動的描述。

有一天我們在（地中海的）拉·布希德紐孤岩下抓魚，妯馬在二十噚深處用魚叉插到三十六公斤的鮪魚，魚叉插進鮪魚頭部，可是沒插到背部，魚叉上的魚仍然充滿了鬥志，拉住手執九公尺繩長的妯馬，妯馬爲預防被拖進深水裏，所以與牠維持十字形的姿態，等魚上升時，便在魚的後方，身體與魚同方向踢水，幫助鮪魚上升。

鮪魚仍然不肯退縮，繼續奮力戰鬥，此時，我們的空氣即將用盡；妯馬把繩子拉向自己，魚快速捉動，在他周圍繞圈子，妯馬爲預防被繩子綁住，所以和魚一起旋轉……妯馬將繩子拉至距我們三十公分後，找到魚叉緊握叉柄，然後掏出腰部上的短刀朝魚的心臟刺擊，瞬間，濃綠的血汚染了海洋！

當我看見綠色血液時啞然了！我游過去看到從鮪魚心臟流出來的血液呈翠綠色，妯馬和我無言相視；我們曾經穿戴水中呼吸器在巨大的魚群間游行，或戴著水中眼鏡，捕抓魚類，可是未曾見過綠色血液的魚種類。

妯馬將魚叉上的戰利品，作先鋒地游向海面，到五十五呎處，血液變成暗褐色；到二十呎處呈粉紅色，到了海面，血液變成紅色。

我曾在五十呎深處刮傷手，那時，所流出的血液也呈綠色，當時我陷入一種迷醉的狀態，對引起半幻覺的頭腦而言，綠色的血液就像海底狡猾的陷阱，我告訴自己，我的血液是紅色而非綠色。

從深海裏生還

羅勃特·史蒂紐特，是第一位在二〇〇呎深海渡過廿六小時的比利時潛水者。他爲實驗愛德文·亞伯特·林克所創的〇·九一公尺×三·四公尺之鋁製圓筒型海中住屋，預定在地中海渡過二天，但不幸遭遇強烈的米斯特拉寒風襲擊，實驗時間被迫縮短，圓筒型的住屋在強風海中劇烈搖動，史蒂紐特經過一番掙扎才回到海面。

我把絞盤絞死，向上拉起，可是毫無作用，我又向下拉動，也沒反應；再一次地嘗試，依然不動，接著一瞬間，我聽見很長的嘎嘎聲，鐵鏈齒環部分從旋轉中的鏈桶滑下來……，因爲鏈桶的軸釘被寒風引起的浪濤沖壞了，我在水中浮著……我透過圓窗看到潛水夫沙力勃正和鐵鏈搏鬥！

他想保持圓筒的位置，因而全力抓那狂亂如蛇的鐵鏈，用繩子打結……他緊抓圓筒，與我一起浮上海面。

困擾我的並不是減壓，因爲只要我能保持內部壓力，不管圓筒漂到什麼地方，那都不成問題，但可怕的是，圓筒頭部萬一撞上深海潛水號（林克的船）的船身。

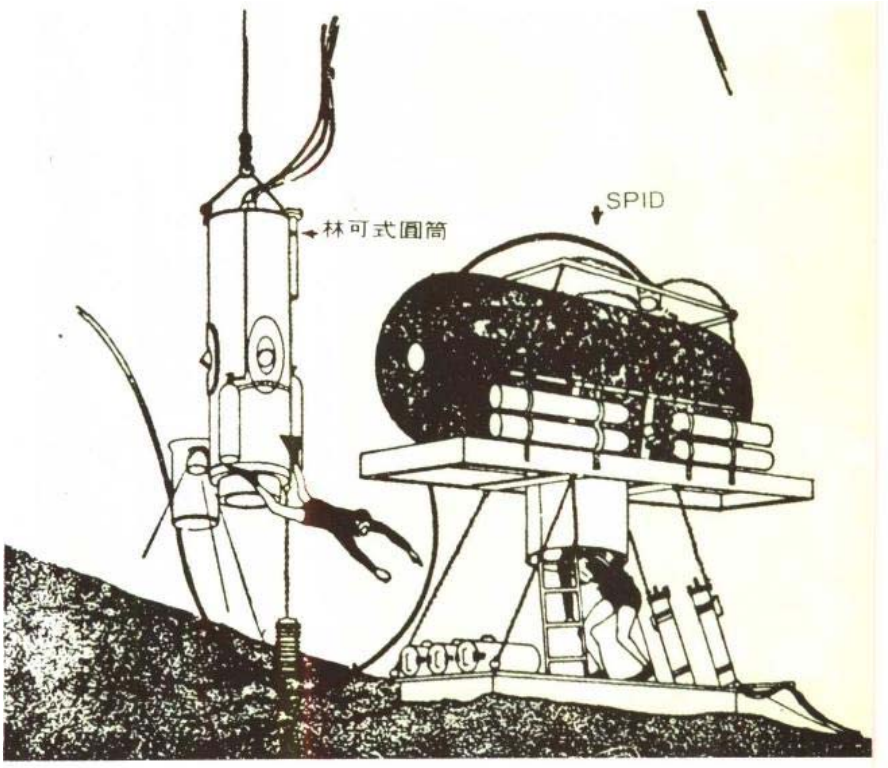
所幸，圓筒從遠離船隻的海面突出，那時已是深夜時分，浪濤很高！從圓窗看到黑鬱的天空、白色的船身、藍藍的水面……。一切都如瘋狂般地舞動著，鐵鏈激烈地相碰，我的書本、糧食都浸入起泡的水裏，亂七八糟地掉入圓筒底下！

我擔心現在須把第二條鐵鏈接在圓筒的潛水人選問題，那條鏈子的作用是爲了要把我水平地拉回船上；如果沒有接好，潛水夫的手可能會被拉斷，我不敢想像他

被夾在筒和船身之間的情形……

過了十五分、過了卅分，我們仍然在傾斜搖幌的圓筒內，就像圓球仍在海面上碰跳……

「你看！現在你正在上升！」我把背部靠著牆壁，



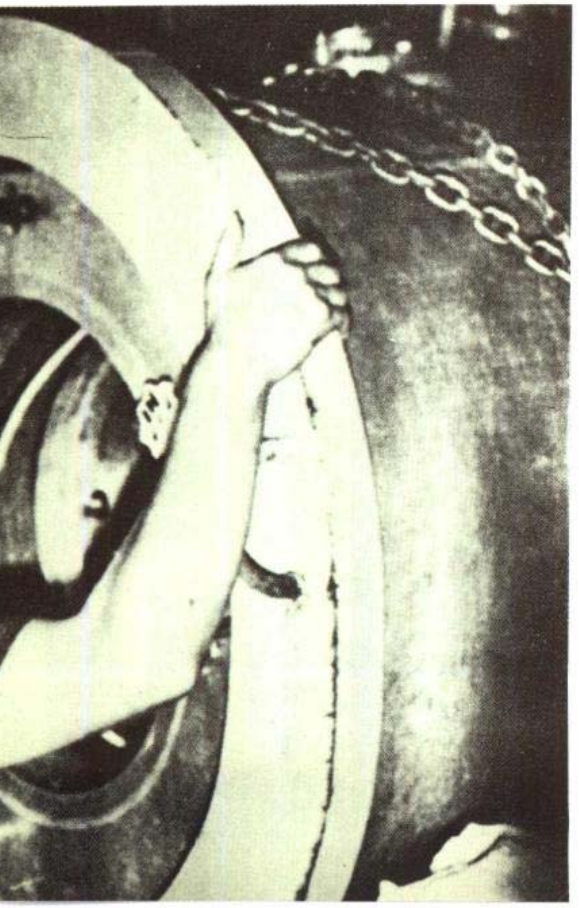
◀正在表演從四三二呎深海生活四十九小時後，由減壓室走出來的羅勃特·史蒂紐特和約翰·林白　在一九六四年七月舉行的這次潛水，又創下深海潛水的新記錄！

▶描寫由林克式潛水圓筒把潛水者運到SPID（組合式簡易海中住屋）的方法圖面　可利用特殊管子，從海面上獲取圓筒內所需的呼吸氣體、電氣，及聯絡消息！

▼正在檢查圓筒的比利時潛水夫羅勃特·史蒂紐特（左）和愛德文·亞伯特·林克　西元一九六二年九月，史蒂紐特在三·三公尺的鉛製圓筒內，在地中海的二〇〇呎深海裏渡過廿六小時

手脚伸出，拼命地緊抓調酒器，在圓筒底部的水四處飛濺，濺得我全身都濕透了！碰！強烈地碰到深海潛水號……，我聽見林克大聲的命令聲……，碰！又再一次地就像使用鐵槌打扁艄板上的遮陽蓋一樣作響。我只能緊抓圓筒期待著，別無他法可行。經過最後的激烈搖動，我彷彿聽見獲救的聲音……。

「你已被救了！圓筒已在救助中心，一切都很順利！」



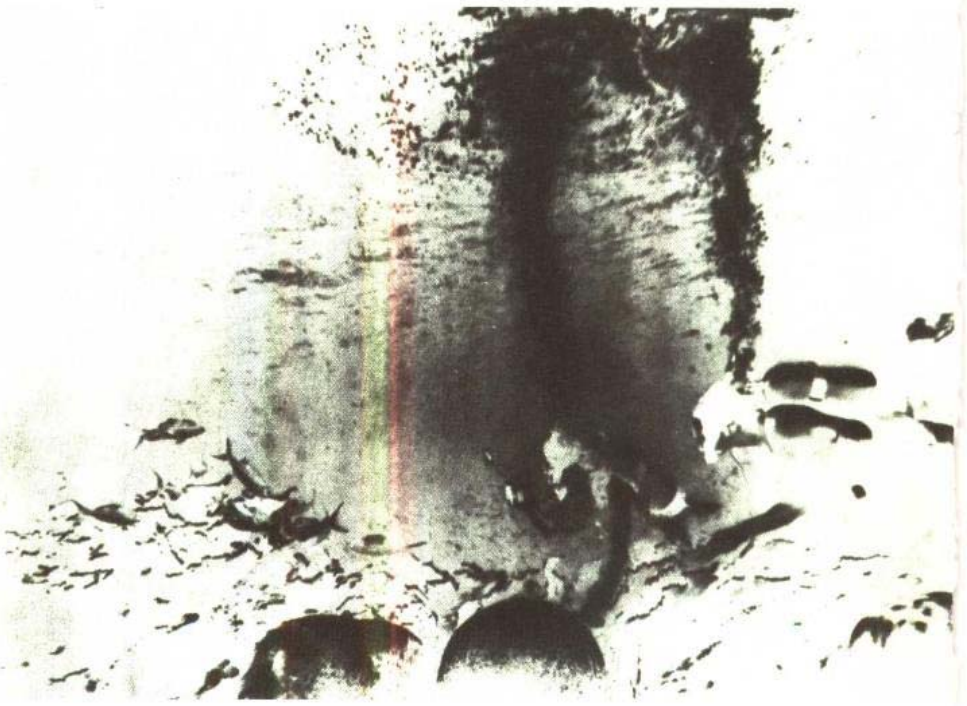
海底的休假

西元一九七〇年七月六日，五個美國女性在海裏過暑假，希露・維雅、尼娜・托露、安・哈德蘭依、亞麗娜・絲曼、貝姬・露卡絲參加迪克泰德二號的海中住屋計劃，這五位女士在海裏生活了兩個星期，這篇文章是這項計劃中的潛水技師貝姬・露卡絲所記述的海底住屋生活。

並沒有發生閉鎖恐怖，同時就如安・哈德蘭依所寫的「我們過著快樂的日子，大家都很和睦地相處」，我們之間唯一意見不合的是在全體同時想去游泳之時。

碰到這種情形，我們就以傳統的方法——投擲錢幣，解決這個問題。當然啦！我以技師的義務，必須留在內部看守，其他潛水者二人一組，當其中一個專心研究工作時，另一個要在可能發生危險時，提出友善的警告，而他們都只在住屋周圍游泳，住屋附近有幾個起泡沫的圓型鐵製籠子，這是預防當附近有鯊魚出現時，女士能隨時逃離的避難處，籠內裝有與海上支援船或住屋聯絡的電話。

我們很喜歡觀察海中生物通過住屋時的種種形態。我們的「寵物」，是住在住屋出入口，且一點也不傷害我們的一・二公尺的梭魚，牠總是擺著拍照的姿態……，有時還會向照相機露牙…



我們的糧食都是冷凍食品，飲用時，將它們溫熱，用塑膠盤端著吃，有羹湯、燜肉、奶油、麵包、蔬菜，還有冰淇淋。

我們用「啞巴侍者」（海豚）爲我們接送郵件，與海面上聯絡，並傳送已用過的塑膠盤、湯匙、刀叉、垃圾，和補給品的供應。

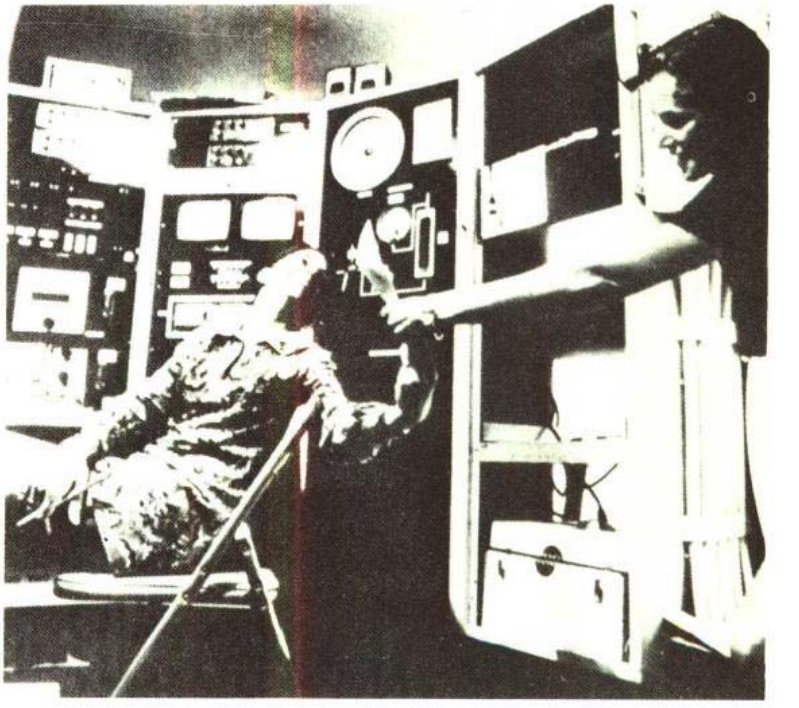
沒有發生醫學上、生理學上、心理學上的問題，像

希露・維雅所說的「一點兒痛苦感覺也沒有，而是非常快樂。」……事實上，在七月二十日離開海底住屋時，還眞有點捨不得。在海裏僅僅十四天，我們無法把一切學到，看到，如果以後有機會再回到海裏生活，那就太棒了！

我們在深海裏沒有孤獨感……。我們在海裏可聽見海上救助船的引擎聲，同時知道船上有潛水夫，他們在發生緊急事件時，會來解救我們……。當我們回到海面時，有人問我們，願不願意成爲太空人到外太空旅行，亞麗娜回答：

「外太空並不是我們想去的地方，但如果在月球上發現海洋，我們就願意去！」我想這句話，足以表明大家的心情！

▲要回到設在加勒比海海裏五十呎深海住屋廸克泰德二號的女性潛水者。西元一九七〇年七月，有五個女士在這海中住屋生活兩週。

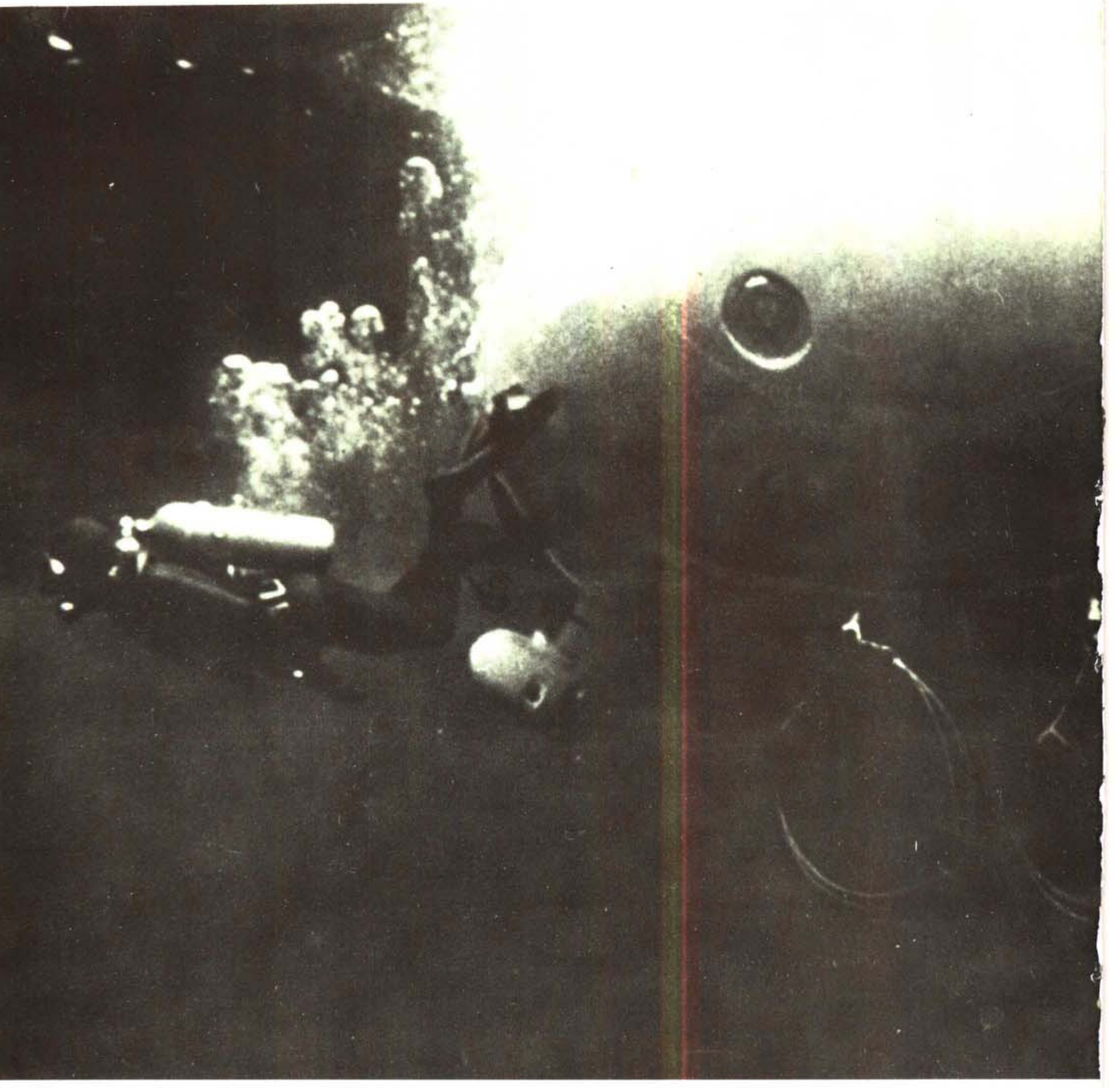


▶在海中住屋控制室裏，與小組領導者西露・維雅談天的貝姬・露卡絲（左）。貝姬・露卡絲是這小組的技師，大部分時間都留守在屋內。

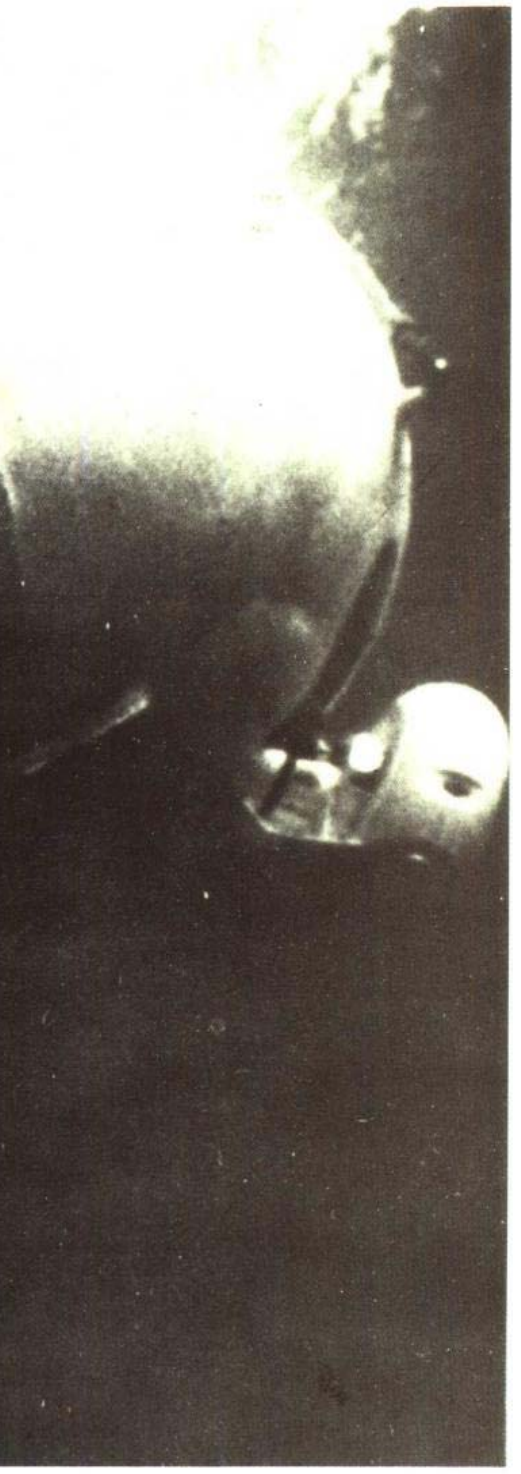
◀住屋外側的景觀。其中也照到幾個工作人員，她們住在海中，研究海中周圍的生物。

深海的探查記錄

▼能在海中自由活動的典型潛水艇
迪普奎斯特　是美製潛水艇，能潛
至八〇〇〇呎深，四人座，一次可
潛二十四小時



▶此表表示西元一九三四年到一九七〇年間，最富意義的有關潛水業績　它是按照所達的潛水深度順序排列而成，最右欄是實際上創造業績的年份，同時也表示出幾艘潛水艇的潛水能力所達之深度



深度　呎		年代
33	庫狄所創福雷空基朗一號的鐵製海中住屋，二個潛水夫在此生活一週	1962
36	庫狄所創福雷空基朗二號，由五個連接圓筒而成的星形住屋，五個人在此生活一個月	1963
50	由二個圓筒組成的迪克泰德二號，潛水者在此生活二週至廿天，從事一連串潛水。美國	1970
82	蘇俄沙多克二號，是二個球型海中住屋，期間六天	1967
90	福雷空基朗二號的前進基地用圓筒，兩個潛水夫在此生活一週	1963
100	迪克泰德二號的「小型潛水艇」，二個小組使用二週至廿天	1970
192	愛海一號，鐵製的長圓筒型住屋，四個美國海軍潛水夫住十天	
200	海底人林克的鋁製圓筒，由羅勃特·史蒂紐特在此實驗廿六小時，美國	1962
206	愛海二號，鐵製圓筒住屋，十人分三小組在此過十五天、卅天	1965
330	福雷空基朗三號，雙層鐵製球體，六人在此待廿二天	1965
432	海底人林克的ＳＰＩＤ組合式簡易海中住屋，由羅勃特·史蒂紐特和約翰·林白在此停留四十九小時	1964
547	威廉·伯拉特　英國海軍潛水者　戴潛水面具潛水	1948
610	愛海三號，鐵製圓筒住屋。	
650	海中人計劃使用研究室的實驗用壓力室，四十八小時	1965
1000	沒有裝戴呼吸裝置的「自由潛水」，由罕尼斯·凱勒和彼得·史諾如所創，但史諾如不幸身亡	1962
1706	在研究室的實驗潛水　法國。	1970
2000	潛水艇「深海號」，日本。	
2500	比伽爾的潛水艇，瑞士	
3028	中層潛水艇，由威廉·畢比和歐提斯·巴頓所創　美國	1934
4462	衛德斯庫普號　由歐提斯·巴頓所創。美國。	1949
5000	潛水艇畢卡斯·皮斯瑟斯，加拿大。	
7100	潛水艇希佛二號，蘇俄	
15000	阿爾米諾特二號，美國	
20000	迪普斯達　二〇〇〇　美國。	
20000	36000　特利艾斯二號　美國。	
35800	深海潛水艇特利艾斯號　由比伽爾和渥爾胥所創，在西太平洋關島西南方馬里亞納海溝之挑戰者海淵。美國。	1960
36000	亞諾米希德號，法國	

探險家略傳

J・拉馬・瓦傑爾

J・Lamar Worzel

1919年代～　美國

（參照尤恩的簡介）

大衛・布修尼爾

David Bushnell

1742(?)～1824　美國

1771：在耶魯大學求學時，設計了單人座潛艇。

1776：完成潛水艇達托魯號的建造，在美國獨立戰爭中，達托魯號攻擊英艦老鷹號失敗。

1783：潛水艦建造資金申請被駁回後，便到喬治亞州當醫生。

史坦利・肯普

Sir Stanley Kemp

1882～1945　愛爾蘭人

1903～1909：愛爾蘭農務局博物學家，在愛爾蘭西部、南部大陸棚，浚渫一八〇〇呎至六〇〇〇呎，研究海中生物。

1910～1924：到印度研究海洋生物和淡水生物，並發現新種魚類。

1925～1927：率領英國調查船「發現者一號」，在南大西洋研究鯨魚、浮游生物和其他海洋生物。

1929～1931：「發現者二號」首次科學航海的領隊，在探險航海中，以南極大陸周圍爲探險目標。

1936～1945：擔任英格蘭布里慕斯海洋研究所所長。

（參照128頁「發現者一號」的航海圖）

弗雷迪里克・杜馬

Frederic Dumas

1900年代～　法國

1937～1939：在地中海捕魚時和庫狄・泰利耶相遇，此後三人共同潛水研究。

1943：利用水中呼吸器潛水達二一〇呎，並首次經歷氮醉的侵襲。

安頓・弗雷迪利克・布魯

Anton Frederik Bruun

1901～1961　丹麥

1928～1930：乘坐調查船達娜號從事生物研究，與約翰尼斯・舒密特參加在丹麥一連串的潛水實驗。

1950～1952：爲探查大洋海溝、海底最深部有否生物棲息，而參加加拉廸亞號探險隊，在太平洋、加勒比海、大西洋用拖網捕捉海底生物。他在民答那峨東北，約三三六七八呎深處，捕得海洋最深的生物。

（參照136頁加拉廸亞號的航海圖）

多那德・渥爾胥

Donald Walsh

1931年代～　美國

（參照賈奎斯・比迦爾的簡介）

艾德蒙・哈利

Edmund Halley

1656～1742　英格蘭

1960：發明在潛水鐘內部使用打氣筒輸送空氣的裝置，並利用這種技術，設計出潛水鐘。且發明潛水者使用呼吸管與主鐘連接的個人用潛水服原型。

亨利・米倫・愛德華

Henri　Milne-Edwards

1800～1885　法國

1844：第一位穿著潛水服探險的科學家，他使用初期裝有固定頭盔的潛水服潛水，採擷西西里外海的海洋生物標本，並在地中海作多次潛水，對甲殼類、軟體動物及海中的蠕蟲類有特別研究。

佛雷特福・南森

Fridtjof　Nansen

1861～1930　挪威

1882：以動物學者的身分，乘捕鯨船到北極海航行。

1893～1896：率領福拉瑪號到北極探險，被冰封住，南森和乘員在此做了很多寶貴的海洋學、天文學、氣象學的觀測，他們在一二〇〇〇呎以內水

域作測深、水溫、及海洋生物的研究。

1895：離開福拉瑪號，用狗橇向北極前進，但因寒冷而不得不退回，乘坐英國船艦回挪威。

波西第納斯

Posidonius

西元前 135(?) ～西元前 51(?)　敘利亞

西元前 97：在雷羅斯島教授哲學，後到法國、埃及、西班牙旅行。在調查大西洋的航行中，於撒丁尼亞海岸附近測出約六〇〇〇呎的深海深度。

法蘭斯・菲蘭

Francois Feron

1775 ～ 1810　法國

1800 ～ 1804：以生物學者身分參加環繞世界的探險航海。在世界各地探測海深及水溫，並下結論：愈深的海洋，水溫愈低；海洋底部被一層冰敷蓋，任何生物都無法在此生存。

查理茲・威維爾・湯姆遜

Sir Charles Wyville Thomsom

1830 ～ 1882　蘇格蘭

1868：乘坐英國海軍萊德尼號，從事深海探險航海，從菲亞洛群島到蘇格蘭北方、直布羅陀海峽，研究大西洋海中生物。

1869 ～ 1870：乘坐普派英號從事第二次大西洋航海，在一五〇〇〇呎深度發現生物。

1872 ～ 1876：乘坐英國軍艦挑戰者號，率領第一批世界性海洋探險團體，到各海域航海。這段時間裏，湯姆遜和伙伴從事大規模的生物學、化學、物理學、地質學的觀測。收集成五十卷挑戰者號報告書。

（參照 39頁挑戰者號的航海圖）

威廉・畢比

William Beebe

1877 ～ 1962　美國

1899 ～ 1929：和科學探險隊到南美洲、婆羅洲、巴西無人島等地舉行數百次戴頭盔潛水服的潛水試驗，及研究海中生物。

1930：和歐提斯・巴頓乘坐深海潛水艇，到達八〇〇呎的深度。

1930 ～ 1934：和巴頓乘坐深海潛水球潛水三十多次，第一次潛至一四二六呎深，第三十二次已達三〇二八呎，打破了潛水紀錄。潛水時，畢比和巴頓詳細觀察海中的無數生物，並研究光線侵透海洋的情形。

約翰尼斯・舒密特

Johannes Schmidt

1877 ～ 1933　丹麥

1902 ～ 1904：乘坐托魯號調查船研究北大西洋食用魚，在菲亞洛群島外海的深海發現了鰻魚的幼魚。

1905 ～ 1920：乘坐托魯號從事一連串的航海，對於鰻魚移動做大規模的研究。

1920 ～ 1922：乘調查船達娜號航海時，證明鰻魚會移向寬大的北大西洋海域之沙魯加索海產卵。

1924 ～ 1930：率領海洋探險隊達娜號乘員，周航世界，研究海洋生物。

約翰・尤特

Johan Hjort

1869 ～ 1948　挪威

1892 ～ 1894：在挪威水產部研究食用油。

1899：挪威政府依據他的提案，建造麥凱爾史搭茲號，以供水產資源調查研究。

1900 ～ 1909：乘坐麥凱爾史搭茲號，參加挪威海、北海北部的一連串科學探險活動。

1910：駕駛麥凱爾・史搭茲號，長期在地中海、加納利群島、亞述群島、紐芬蘭巡洋航海，進行大規模的海洋生物學研究，並發明了在拉回海面之前就會封閉的拖網。

1914 ～ 1915：出任加拿大政府水產資源調查研究的指揮。

1924 ～ 1939：出任國際海洋調查會議長，並參加探險航海，致力於魚群移動的研究，且協力完成保護鯨魚的新法律。

約翰・菲利浦・賀蘭

John Philip Holland

1840 ～ 1914　愛爾蘭

1858 ～ 1872：設計出在海上用汽油，在海底用電力推動的潛水艇。

1873：移居美國，他發明的潛艇沒有受到美國海軍的重視，但卻引起想要對抗英國海軍的愛爾蘭愛國者的關心及援助。

1878 ～ 1881：建造兩艘新的潛水艇，但是僅第二艘實驗成功。

1888 ～ 1895：受美國海軍委託改善舊型潛艇，但是沒能圓滿達成。

1898：自費建造美國海軍第一艘潛水艇賀蘭號，並建造好幾艘同型的潛水艇。

約翰・雷斯布利吉

John Lethbridge

(?) ～ 1759　英格蘭

1715：首次試驗自己設計如桶般的潛水服。

1716 ～ 1749：受雇於倫敦商人，專門打撈沈船的財寶。在英格蘭、荷蘭、西班牙外海多次潛水，是潛入六十呎深的海底，約有一百次以上。最深的潛水紀錄是七十二呎，據說，他至少有五次差點溺死。

約翰・羅斯爵士

Sir John Ross

1777 ～ 1856　蘇格蘭

1818：帶侄子詹姆士・克拉克・羅斯到南極海探險航海，一面探尋往亞洲的西北航路，一面測定海洋深度，採擷海洋底的標本，在六〇〇〇呎深度發現海洋生物。

1829：再次想尋找西北航線，結果失敗。

馬休・豐廷・摩里

Matthew Fontaine Maury

1806 ～ 1873　美國

1825 ～ 1839：服務美國海軍，從事改善大洋航海的方法，而研究風向與海流。

1842 ～ 1852：擔任海軍的地圖和儀器保管所管理員。研究數百次的航海資料，完成最快最安全的航路海圖。

1853：出席於比利時舉辦的海事會議，協助國際性氣象觀察體系的設立。

1855：出版「海洋自然地理學和氣象」一書。

1866：與約翰・M・布魯古研究採擷海底標本的探測裝置，並有系統地於北大西洋從事測深工作，也因而完成了橫越大西洋的電纜。

亞伯特一世・摩納哥皇太子

Albert I, Prince of Monaco

1848 ～ 1922　摩納哥

1885 ～ 1888：乘坐自己的遊艇喜龍狄魯號，在大西洋各地從事一連串的探險，如探測深度、水溫等，並研究北大西洋海流。

1892 ～ 1907：乘坐愛麗絲公主號和愛麗絲二世號航海十八次，在地中海和大西洋從事大規模的海洋學研究。

1910：在摩納哥設立海洋博物館。

1911 ～ 1915：乘坐喜龍狄魯二號繼續航海，出版許多關於自己航海的書籍，激發人類對海洋的興趣，而他也獲得「海洋王子」之稱。

亞里斯德・哈迪

Sir Alister Hardy

1896 年代～　英格蘭

1924：爲在挪威、冰島外海研究鯨魚、浮游生物，和約翰・尤特搭乘馬卡利・史達斯號出航。

1925 ～ 1927：在調查船「發現者號」探險南大西洋航海時，出任動物學主任，長期從事有關鯨魚胃性的調查。爲了採擷浮游生物的標本，發明了浮游生物連續記錄計。其後又繼續有組織地研究，並出版許多有關海洋生物的書籍。

（參照128頁「發現者號」的航海圖）

亞歷山大・阿加西

Alexander Agassiz

1835 ～ 1910　瑞士

1872 ～ 1876：以動物學家的身分加入「挑戰者號」科學探

險隊，對海膽有深入的研究。

1877 ～ 1880：領導美國布雷可號科學探險隊在墨西哥灣、加勒比海、印度洋、佛羅里達海岸從事探險；首先在深海淺深機裝上鐵繩，並發明能從各個不同深度收集生物的新型拖網。

1888 ～ 1902：率領美國科學調查船「亞如巴托魯斯號」於太平洋從東島、卡拉奧、秘魯到白令海峽之間的廣大海域裏，從事測深、海洋生物的研究。（參照39頁挑戰者號的航海圖）

畢迪亞斯

Pytheas

生卒年不詳　　希臘

紀元前325：從現在的馬賽港開航，繞伊比利半島到英國各地探險。又向北航行，到達北極的冰封地區。是第一個認爲漲潮、退潮與月亮有關的人。

康士坦丁・約翰・菲浦斯

Constantine John Phipps

1744 ～ 1792　　英格蘭

1773：乘坐英國軍艦賽馬號到北極航海時，在冰島、挪威之間的海盆，測出大陸棚的深度——四〇九八呎。

菲力蒲・泰利耶

Philippe Tailliez

1905年代～　　法國

1937 ～ 1939：和庫狄、杜馬在地中海潛水實驗水中照相術，發明水槍。

1943：協助水中呼吸器實驗。

1945：成爲法國海軍海中調查小組的組員，並研究有關海中爆炸影響的重要工作。

1948：爲水中呼吸器潛水者計劃潛水路線，曾爲了調查船隻沈沒的原因而潛至三〇六呎深處。

1949 ～ 1961：多次乘坐卡里普索號從事研究工作，目前仍繼續從事海洋研究。

（參照93頁的地中海探險圖）

喬治・福特・邦德

Georgefoote Bond

1915年代～　　美國

1954：擔任美國海軍潛水艇之軍醫。

1957 ～ 1963：在康涅狄格州海軍醫療調查所的減壓室，指揮潛水實驗，檢查在二〇〇呎深處，長時間呼吸氧氦混合氣體後的潛水員身體狀況。

1964 ～ 1965：率領美國海軍海中住屋計劃的愛海一號、二號。愛海一號設置於一九二呎深處，四個潛水員在此生活了十天；愛海二號設在二〇六呎深處，有十名工作人員參與作業，每三人分成一組，分別在此過十五天或三十天。

1966 ～ 1971：擔任海軍調查特別計劃研究，目前在海洋研究界仍然極爲活躍。

奧古斯都・希普

Augustus Siebe

1788 ～ 1872　　德國

1816：前往英格蘭擔任技師。

1819：設計現在帶有鋼盔的潛水裝。

1837：改良早期設計的潛水服。整套服裝是以橡膠製的，並附帶鉛的鞋，以及銅製頭盔。

詹姆士・克拉克・羅斯爵士

Sir James Clark Ross

1800 ～ 1862　　蘇格蘭

1839 ～ 1843：率領英國軍艦艾洛斯號和泰勒號探險隊至南極。首次舉行一連串的大規模深海測深，測定出一四五〇〇呎深度，並嘗試測定深海水溫。他們到達南緯七十八度十分，這是人類在西元一九〇〇年以前所到達的最南端。

（參照約翰・羅斯爵士的簡介）

賈奎斯・比迦爾

Jacques Piccard

1922年代～　　瑞士

1948：參加父親歐基斯德・比迦爾所創的第一艘深海潛水艇工作。

1952：監督深海潛水艇，特利艾斯號的建造。

1953 ～ 1958：乘坐特利艾斯號，與父親共同舉行多次潛水試驗。

1958：特利艾斯號轉讓美國海

軍研究所。此後和美國科學家、海軍專家繼續潛水，到達二三〇〇〇呎深度。

1960：與美國海軍多那德・海爾胥乘坐特利艾斯號，潛至太平洋關島西南的馬里亞納海溝三五八〇〇呎深度，創下世界的深海潛水最深紀錄。

1963～1964：設計建造中層潛水艇。

1969：乘坐自己創建的中層潛水艇富蘭克林號，至墨西哥灣探險。

（參照81頁富蘭克林號的航海圖）

賈奎斯・伊魏斯・康狄

Jacques・Yves Couteau

1910年代～　　法國

1936～1939：在地中海試驗潛水呼吸裝置。

1943：試驗他和愛米爾共同發明的水中呼吸器，並成功地潛至水深六十呎處；以後曾和杜馬、泰利耶潛至五十呎到一〇〇呎，凡五〇〇次之多。此時的潛水紀錄已達二一〇呎。

1945：創設法國海軍海中調查研究小組。

1947：潛水達二九七呎，打破當時的紀錄。

1948：當歐基斯德・比迦爾的無人潛水艇舉行首次潛水時，他乘坐海洋調查船「艾利・摩尼艾號」，負責安全工作。

1949～1961：指揮調查船「卡里普索號」從事多次航海，拍攝海中世界的影片，並研究海底調查的新裝備。

1962：建設世界第一座海底住屋福雷空基朗一號，派兩位潛水夫在三十三呎處生活一週。

1963：開發海底住屋村福雷空基朗二號，其中一座設於水深三十六呎處，曾有五位研究人員在此生活一個月；另一座設於九十呎深，二位人員在此生活一週。

1965：率隊執行福雷空基朗三號計劃，六位潛水夫在水深三三〇呎深處，生活二十二天。

1971：專心從事於海中探測，西元一九七五年出任摩納哥海洋博物館館長。

（參照杜馬、泰利耶的簡介）

愛米爾・卡克尼

Emile Gagnan

1900年代～　　法國

（參照庫狄的簡介）

愛德文・亞伯特・林克

Ed Edwin Albert Link

1904年代～　　美國

1929：設計訓練飛行員用的機械。

1962：設計出能在適當深度供海底人居住的第一個鋁製圓筒觀察艙，此艙可設置在地中海二〇〇呎深處，是爲海底人計劃的第一步。

1964：設計著名的海中SPID實驗室。在巴哈馬外海四二〇呎深處，與史蒂紐特・林白（第一位飛行世界一周的林白少校之子）共同在SPID實驗艙中進行實驗。

1965：指揮「海底人計劃」的第二階段工作，派遣二位潛水者在六五〇呎深的壓力室，實驗了四十八小時。這項實驗是在紐約托那萬達區林德實驗所舉行。

1967：設計了擁有加壓室和一氣壓室的海中作業船深海潛水號。

（參照史蒂紐特的簡介）

愛德華・霍布斯

Edward Forbes

1815～1854　　英格蘭

1841～1842：以生物學者的身分，參加英國調查船米賈號到地中海、愛琴海，完成前所未有的試驗探測深度，浚深一三八〇呎深處的海底。並按深度，將海洋動植物分爲四個階層；他認爲在一八〇〇呎以下沒有生物。

摩里斯・尤恩

Maurice Ewing

1906年代～　　美國

1934：隨著墨西哥灣的石油探索，開始了他的海洋研究生涯，而且因爲開採的工作，使他對大洋的堆積物及海底下的地

殼產生了興趣；爲了研究大陸棚，甚至在捕鯨小艇甲板上使用炸藥。

1940 ～ 1944：搭乘馬斯霍爾海洋研究所的亞特蘭廸斯號，從事研究。

1948：在哥倫比亞大學設立拉孟德・多哈迪地質研究所，現仍出任此所所長。

1953：購買帆船威瑪號，並改裝成海洋調查船。

1954 ～ 1960：乘坐威瑪號多次探險航海。利用地震波的技術探究海洋下方地層；爲收集海洋堆積物標本，發明了活塞式的柱狀採泥器。

同時發現展開的中央海嶺系。

1968：與拉馬・J・瓦傑爾共同從事科學研究。乘坐格洛瑪・挑戰者號，參加第一次的掘削計劃。在墨西哥灣史古斯畢小海丘群，發現其中一個海丘，是由鹽岩形成的，而證實了尤特和瓦傑爾的推測。

（參照115頁格洛瑪・挑戰者號的航海圖）

摩里斯・法魁斯

Maurice Fargues

(?) ～ 1947　　法國

1945：長期從事潛水實驗並任職潛水教練，他曾參加庫狄的海中調查探險隊，訓練許多潛水人員。由於多次的潛水經驗，而成爲探險緊急補給汽艇的負責人。

1947：寫下了三九六呎的深海潛水紀錄後死亡。

（參照93頁的地中海探險圖）

歐基斯德・比迦爾

Auguste Piccard

1884 ～ 1962　　瑞士

1932：乘坐自己設計的氣球吊籃，上升到同溫層，創下飛至五三一三九呎高度的紀錄。

1933 ～ 1939：設計深海探險用的深海潛水艇。

1945 ～ 1947：獲得比利時 FNRS財團的經濟援助，造了深海潛水艇「FNRS二號」。

1948：和法國生物學家廸歐・蒙德試驗深海潛水艇。第一次深海潛水於西非的達喀爾外海舉行，這是一次無人的潛水，降至四五五四呎深處。

1950：在法國海軍深海潛水艇「FNRS三號」建造期間，擔任顧問。

1952：獲得義大利、瑞士的資助，建造新的深海潛水艇特利艾斯號。

1953 ～ 1958：與賈奎斯・比迦爾乘坐特利艾斯號，完成多次的潛水。其下降最深處是在拿波里西方的第勒尼加海的一〇三〇〇呎。

1958：特利艾斯號爲美國海軍購買。

歐提斯・巴頓

Otis Barton

1900 年代～　　美國

1930：進入自己發明的深海潛水球（世界上第一個深海潛水球），和威廉・畢比一起潛入八〇〇呎的深海裏。

1930 ～ 1934：和畢比潛水達三十次以上。

1948：用自造的深海潛水艇，潛至四〇〇〇呎以下的海底。

（參照畢比之項）

羅勃特・史蒂紐特

Robert Stenuit

1933年代～　　比利時

1962：擔任「海底人計劃」的主任，實驗愛德文・林克的第一座海底住屋，在二〇〇呎深度待了二十六小時。

1964：和約翰・林白在林克的海底住屋待了四十九小時，目前仍然從事潛水探險，同時也是援救海難的專員。

（參照林白的簡介）

羅伯特・福爾頓

Robert Fulton

1765 ～ 1815　　美國

1800：建造諾蒂拉斯號潛水艇，這是在海上使用帆，在海中用手搖式推進器推動的潛水艇。在法國成功地完成諾蒂拉斯號和繆德號的實驗，但是美、法政府並不予以資金援助。

1806：返回美國，建造第一艘商業性蒸汽船庫拉孟德號。

用語解說

大陸棚　在大陸周緣，坡度極緩，二〇〇公尺以內又淺又平的海底，大陸棚的上方，有豐富的植物浮游生物及動物性浮游生物，所以有豐富的魚群，自古以來，就是被開發的魚場，而其下方，有重要資源——石油和礦物。

大陸漂移說　這種學說認爲大陸的形成本是一個大整塊，以後才漂移到現在的位置，起先被人們認爲在力學上是無法存在的，但最近由於地磁學上的資料，又被重新注目、支持了。

內太空　海面下的世界。

水温躍層　通常外洋的水溫隨著深度下降而減低，可是有時候海洋的水溫會突然急速下降，這一層稱之水溫躍層。

甲殼類　蝦、蟹之類，屬於節足動物。其形態、生態有多種，小的只有二、三公厘，大的連脚全展開有三公尺長，變化無窮。

生態系　動植物集群的相互關係或與環境的關係。生態系的基礎是活的有機體生物的生活，包括糧食的供給與氣候的問題。

拖網　一種在海底打撈的網，由於深度不同和網口大小的差別，種類極多。

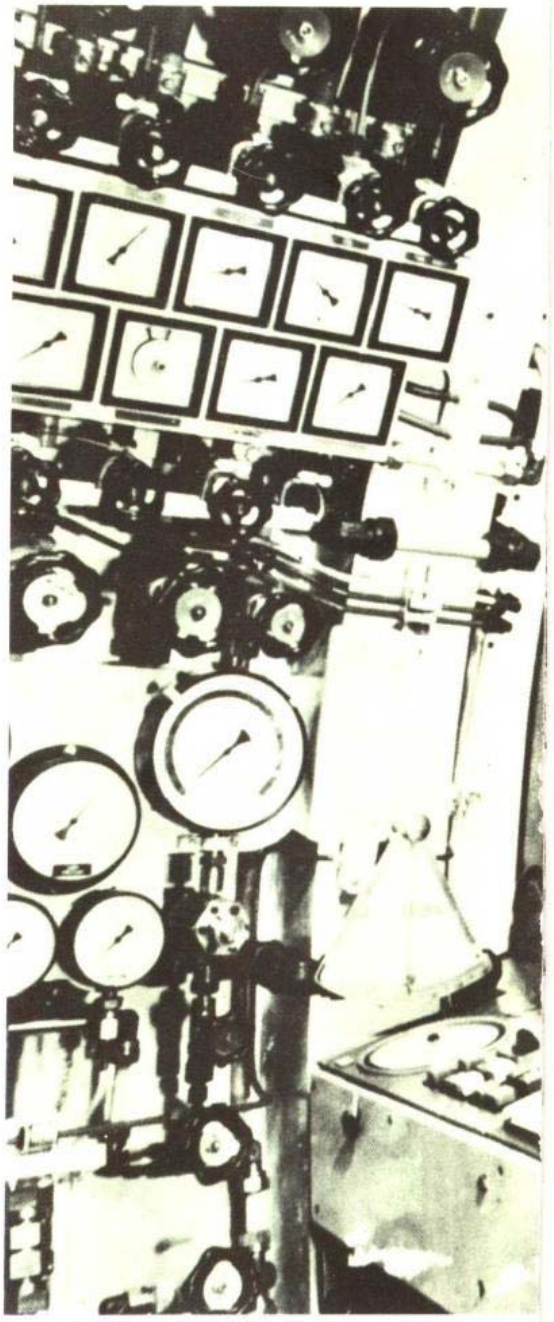
迪利希雷克斯　是一種在海上遙控的無人機器。

海里　測算海面距離單位之名，略記爲浬，每一浬約占緯度一分，卽一八五二公尺左右。

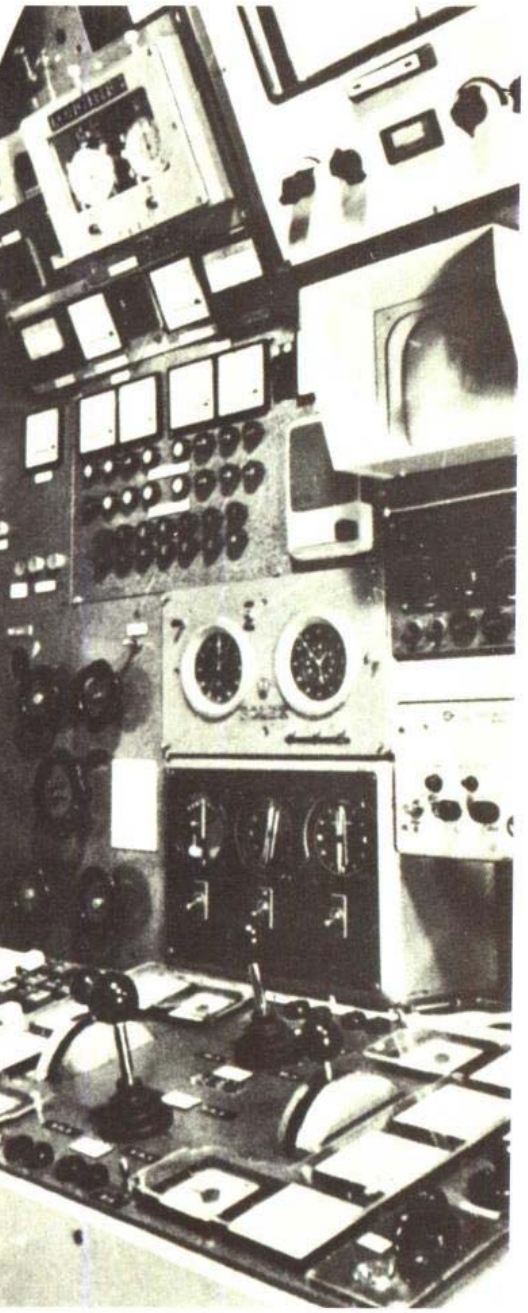
海洋學　研究海洋一切自然現象及其生物的科學。

海核　旋轉尖頂的掘鑿管，將土壤、岩石等掘削成細長的圓柱狀，一次能採取的海核長度約三至五公尺。

浮游生物　自己本身沒有運動力、或太小而漂游在波浪間的生物群。屬於這種生物的動植物性生物數目極多，最多的是硅藻類；浮游生物在食物連鎖的金字塔裏，是最底層的生物，是一切海洋生物直接、間接的食物；植物性浮



▲賓・富蘭克林號的控制室。



游生物在海面附近，動物性浮游生物被發現在較深層海裏。通常動物性生物在晚間浮上水面，吃植物性浮游生物，天亮時回到深海。

氣壓　大氣的壓力。標準氣壓（海面上的平均氣壓）稱爲一氣壓，是壓力的單位，一氣壓平均每一平方公分約一四．七磅，在海中，每增加十公尺深度，便增加一氣壓。

軟體動物　身體很柔軟的無脊椎動物，大部分的軟體動物都有外殼，主要棲息於海洋或濕地，目前已知的軟體動物約有十萬種，可分爲六大群；蝸牛、蛤蜊、紫貝、文蛤、鱟魚、烏賊等也是屬於軟體動物。

浚渫機　一種採擷海中堆積物的機器，因沿著海底拖拉，所以無法分樣採出標本，但能一次採取大小不同而且多樣的標本，有時用於採取海洋生物。

陸源堆積物　除了遠洋性堆積物之外，由大陸運來的堆積物質所形成的堆積物，陸源堆積物敷蓋大部分的大陸棚領域。（參照遠洋性堆積物）

深海層　通常以大陸棚爲界限，水流二〇〇公尺以上的深海部分稱之深海層，尤其是二〇〇〇公尺至六〇〇〇公尺的部分最具代表，六〇〇〇公尺下的深處叫爲超深海層。

深海散亂層　也稱超音波僞底像；由音響測深機所發出的音波，常在比實際海底還淺的深海散亂層部分反射聲音，使得音波散亂。深海散亂層英文縮寫字是ＤＳＬ，其眞正面目，是大型浮游生物、小魚的密集層，其經常因水中的亮度而浮上，或下沈。

深海的陶醉　（參照氮醉）。

硅藻類　種類很多，尤其在海裏非常豐富，在許多地方出現，是所有植物性浮游生物中最重要的一種。（參照浮游生物、藻類

）

氮醉　因爲血液或組織內有過剩的氮氣，而引起潛水夫精神作用的狀態，陷入氮醉的潛水夫，馬上會失去理智，而做出有生命危險的舉動，俚俗稱之爲「深海的陶醉」；氮醉的程度隨著深度的增加，愈加嚴重，超過六十公尺就有氮醉；在三〇〇呎深度時，潛水夫無法做日常能做的工作，爲解決這個問題，一般潛水夫使用氦氧混合氣體代替氮氧混合氣，可是仍須注意混合氣體的調量，如果氧氣太多，將會引起氧中毒。

減壓　爲預防在高壓下活動的人患潛水病，而慢慢地將壓力減低，使恢復正常的氣壓狀態。

節　表示船隻、海流的速度單位；Knot是表示一小時走一浬的速度，此字以前爲測定一定時間內，船隻航行用打了結的繩子（Knot）來計算，而沿用至今，所以才有這樣的稱呼。

遠洋性堆積物　遠洋洋底的細粒狀深海堆積物，這些堆積物是動植物遺骸和無機物質所構成的。（參照陸源堆積物）

哩　在美國、英國使用於海圖內的深度、長度單位，一哩等於一・八三公尺或六呎。

潛水病　從高壓力的海中，突然回到海上普通壓力時，所引起的疾病；這是由於高壓時，進入血液或組織的氮，在急遽減壓的情況下，形成氣泡，引起疾病。

潮汐　海洋之水受日月引力而定時漲落，早潮稱爲潮，晚潮則稱爲汐，每天各有兩次退、漲潮，第一次高潮到第二次高潮，或由第一次低潮到第二次低潮約十二小時二十五分，這二次的高潮或低潮的高度，相差無幾。

聲納　在船上所使用的水中音響總稱。是英文Sound navigation and ranging的略稱，通常稱爲水中音響測深機，是利用超音波探測距離與方向的機器。

鯨魚鬚　像藍鯨那樣的鬚鯨類，皆具有網似的過濾器（鬚），過濾浮游生物爲糧食，這種過濾器呈角質的板狀，厚度在一・三公分之內，板的內側呈毛狀，如排成兩列的窗簾一樣，由上顎垂下，吸水之後，利用這個部位過濾浮游生物，然後吞食之。

藻類　隱花植物當中，棲息於水中或濕地，行光合作用的植物群之總稱。海產的藻類稱爲海藻；有紅藻類、藍藻類、綠藻類、褐藻類等等，有些必須用顯微鏡才能看見（單細胞植物性浮游生物），有的長達七公尺（褐藻類）。